



مَجْمَعَةُ الْمُهندِسِينَ المَلِكِيَّةِ المِصْرِيَّةِ

المنشورة الرابعة من السنة الثانية والعشرين

محاضرة

عن كهر بة خطى حلوان والمرج
ومشروع وصل أمدلها بالآفر

للبيكباشى « أركان الحرب »

ممن فراهى رجب

مدير القسم الجغرافى بالجيش المصرى

مهندس أخصائى فى هندسة السكك الحديدية الكهربائية من فرنسا

ومدير الصيانة بسكك حديد الرمل الكهربائية سابقاً

أقيمت بجمعية المهندسين الملكية المصرية

بتاريخ ٣٠ مايو سنة ١٩٤٥

حقوق الطبع محفوظة للجمعية

مطبعة الاعتماد بمصر

ESEN-CPS-BK-0000000228-ESE

00426230



جمعية المهندسين الملكية المصرية

الذشرة الرابعة من السنة الثانية والعشرين

محاضرة

عن كهربة خطى حلوان والمرج
ومشروع وصل أهدهما بالآف

للبكباشى « أركان الحرب »

حسن فهمى رجب

مدير القسم الجغرافى بالجيش المصرى

مهندس أخصائى فى هندسة السكك الحديدية الكهربائية من فرنسا

ومدير الصيانة بسكك حديد الرمل الكهربائى سابقاً

أقيمت بجمعية المهندسين الملكية المصرية

بتاريخ ٣٠ مايو سنة ١٩٤٥

حقوق الطبع محفوظة للجمعية

مطبعة الاعتماد بمصر

فهرس

صفحة

- ١ — ما هي الاسباب التي تدعو لكهربية أى خط حديدى . ٥
- ٢ — خط حلوان وكيف يمكن تحسين هذا الخط بكهربته . ١١
- ٣ — استعراض للمشاريع السابق دراستها لكهربية خط حلوان ١٥
- ٤ — خط المرج والفرق بينه وبين خط حلوان . . . ٢٠
- ٥ — خط القناطر ومقارنته بخطى حلوان والمرج . . . ٢٤
- ٦ — المشاريع السابق اقترحها لوصل الخطين أحدهما بالآخر
ومشروع جديد للحاضر ٢٧
- ٧ — نوع القطارات المقترح استعمالها عند الكهربية ودراسة
امكان صنعها بمصر ٣٤
- ٨ — نوع التيار الكهربائى المقترح استعماله والاسباب التي أدت
إلى اختياره ٤٣
- ٩ — طريقة نقل التيار الكهربائى من السلك الموصل إلى القطار ٥١
- ١٠ — التعديلات الواجب عملها فى القضبان الحديدية . . . ٦٠
- ١١ — طريقة احتساب قوة المحركات اللازمة للقطارات . ٦٦
- ١٢ — رسم يبانى حركة القطارات على الخط حلوان — المرج ٨٢
- ١٣ — طريقة احتساب الحمل الكهربائى والطاقة الكهربائية
اللازمة لإدارة الخط سنويا ٨٤
- ١٤ — الاسترجاع الفرملى Regenerative Braking . . . ٨٦
- ١٥ — محطات التغذية الفرعية ووصف لاحدى هذه المحطات . ٩١
- ١٦ — أيهما الافضل شراء التيار الكهربائى أو توليده ؟ . ٩٦
- ١٧ — مقايسة اجمالية للمشروع كله ١٠١
- ١٨ — حساب المصروفات والايرادات والارباح ١٠٣

- ١٩ — مزايا مشروع كهربة خط حلوان ووصله بخط المرج . ١٠٨
- ٢٠ — مقارنة بين كهربة الخط أو استعمال مركبات الديزل
أو الاتوبيس ١١١
- ٢١ — أيهما الأفضل — كهربة الخط بواسطة الحكومة أو إعطائه
لشركة مصرية ١١٥
- ٢٢ — الخطوط الأخرى الممكن كهربتها بنجاح في القطر المصري ١١٩
- ٢٣ — المراحل المقترحة لتنفيذ المشروع والخطوات المقترحة اتباعها ١٢١
- ٢٤ — الخاتمة ١٢٤
- ٢٥ — المراجع المختلفة ١٢٥

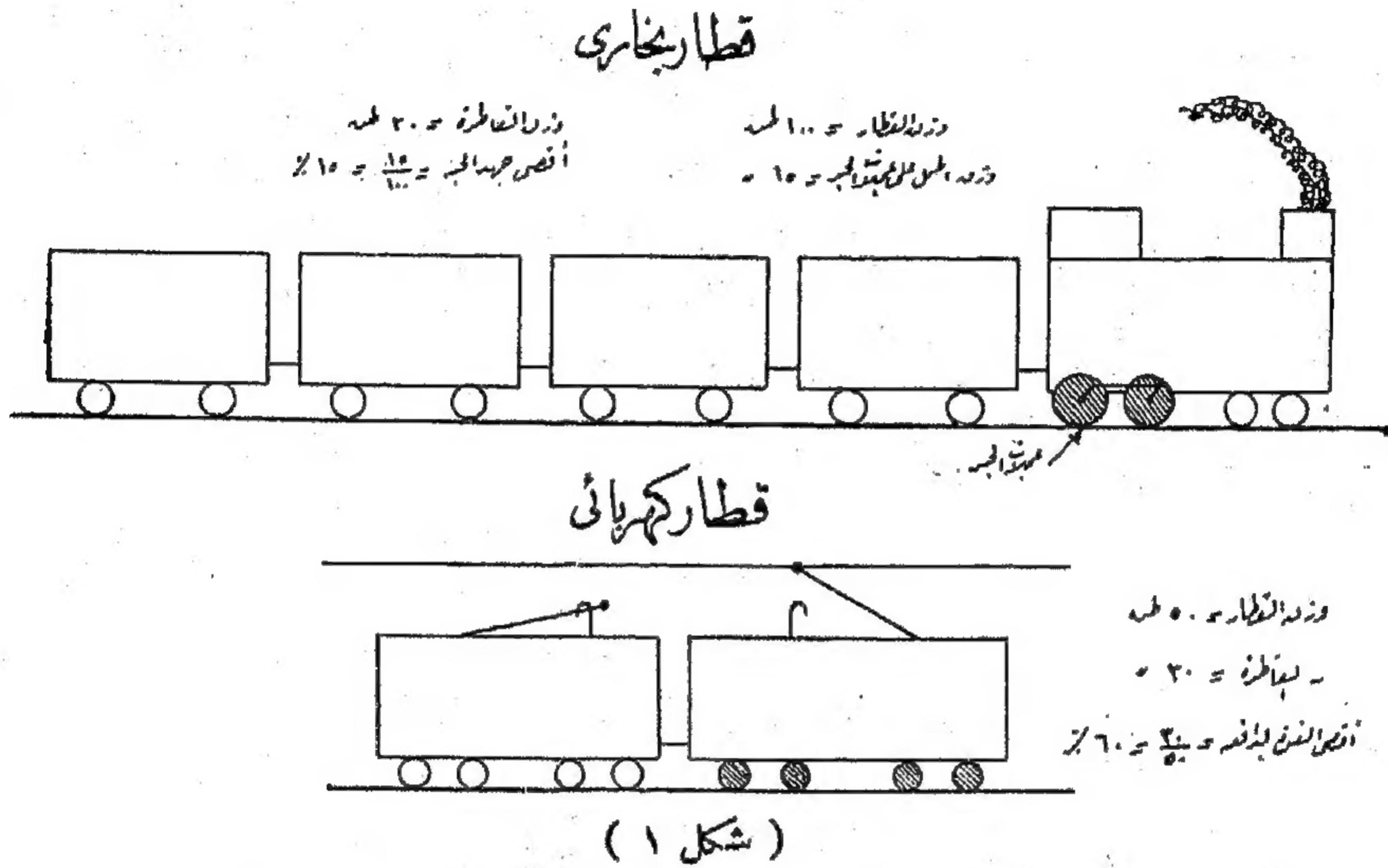
١ - ماهي الأسباب التي تدعونا لكهربية أى خط حديدى :

قد يتساءل الكثير منا عن الأسباب التي تدعونا لكهربية خط حلوان أو أى خط حديدى آخر مادام تعمل عليه القطارات البخارية أو مركبات الديزل وماهى مزايا الكهربية ، وقد يبدو للشخص العادى أن ميزة الكهربية تنحصر فى التخلص من الدخان والبخار فهل لهذا السبب نتكبد كل هذه المتاعب والمصاريف لكهربية الخطوط الحديدية الجواب لا . إن للكهرباء مزايا عظيمة جدا تبرر كل المتاعب والمصاريف التي تتكبدتها فى سبيل تحويل الخطوط الحديدية إلى خطوط كهربائية وهى :

أولا - زيادة السرعة المتوسطة :

ففى خطى حلوان والمرج وأى خطوط مماثلة ، نجد أن هناك عدد عظيم من الركاب ينتقل يوميا فلكى يمكن للسكك الحديدية نقل هذا العدد أمام مناقشة السيارات أو أى وسائل أخرى سريعة للواصلات يجب عليها أن تنقلهم فى وقت أقصر نسبيا . قد يقول قائل وماذا فى ذلك فقطار السكة الحديد يمكنه أن يصل إلى سرع كبيرة تبلغ فى بعض الأحيان مائة كيلومترا فى الساعة . ولكن يجب علينا أن نراعى أنه حقيقة وإن كان القطار الحديدى يصل إلى سرعة قصوى كبيرة إلا أنه يصل إليها فى وقت كبير نسبيا أى أن عجلته أو معدل تغير سرعته فى وحدة الزمن صغير . فإذا ما أخذنا هذا القطار الحديدى السريع وليكن كسبريس مثلا وطلبنا منه أن يقف كل كيلومتر مثلا ثم يقوم ثانية فإنه يقطع فى الساعة الواحدة ما لا يزيد على عشرين كيلومترا أى أن سرعته المتوسطة تكون عشرون كيلومترا فى الساعة مع أن أقصى سرعته مائة كيلومترا فى الساعة . قد يقترح البعض أن نزيد له فتحة البخار وقت القيام لى نحصل على قوة دافعة أكبر على عجلات الجر ولكن بمحاولة ذلك نرى أن العجل ينزلق على القضبان لأنه كما نعلم أن جهد الجر

(Tractive effort) بين العجلة والقضيب يتناسب مع وزن الحمل الواقع على العجلة . وسنفسر المقارنة القطار الحديدى والكهربائى بمثل بسيط — انظر الشكل رقم (١) لنفرض أن قطارا حديديا وزنه ١٠٠ طن ووزن القاطرة



مقارنة لأقصى جهد الجر في كل من حالتى القطار البخارى والقطار الكهربائى

٢٠ طنا يقع على عجلاتها الدافعة (Driving Wheels) ١٥ طنا والباقي على العجلات الأمامية للقاطرة فان نسبة أقصى جهد للجر إلى وزن القطار = $\frac{10}{100} = 10\%$ ثم نقارنه بقطار كهربائى مكون من عربة قاطرة وزنها ٣٠ طنا وعربة مقطورة وزنها ٢٠ طنا ويوجد محرك على كل من الأربعة محاور الدافعة وعلى ذلك فان نسبة أقصى جهد للجر إلى وزن القطار في هذه الحالة $\frac{30}{100} = 30\%$ وعلى ذلك فان عجلة قيام (acceleration) القطار الكهربائى يمكنها أن تبلغ أربعة أمثال القطار البخارى قبل أن يحدث انزلاق بين العجلة والقضيب كما أنه إذا كان كل من العربتين قاطرتين في القطار الكهربائى فان معامل التماسك = 100% وفي هذه الحالة تكون العجلة ٦ أمثال نظيرتها في القطار الحديدى . ومعنى زيادة العجلة زيادة تماثلها في السرعة المتوسطة للخط (Schedule Speed) .

ثانياً — ارتفاع الجودة الحرارية :

أن أهم ما يمتاز به القاطرة الكهربائية عن القاطرة البخارية هو انفصال القوة المولدة عن القطار وتركيز إنتاج الطاقة الكهربائية في محطة واحدة كبيرة الحجم ثابتة على الأرض وعلى ذلك فإن تكاليف إنتاج القوة الدافعة — وهي كأي سلعة أخرى خاضعة لقوانين الاقتصاد الخاصة بالإنتاج الكبير — تقل كثيراً عن تكاليف البخار الذي تولد قوته في عدد كبير من الآلات البخارية الصغيرة الحجم والتي تقل جودتها الحرارية كثيراً عن المحطات الكبيرة الثابتة . ولهذا التركيز في توليد القوى المحركة في حالة القطار الكهربائي مزايا عظيمة جداً فإنه علاوة على ما ذكرنا من ارتفاع الجودة الحرارية يسمح لنا باستعمال أنواع أخرى من الوقود بخلاف الفحم كالمازوت أو أنواع من الفحم الرخيص والتي لا يمكن استعمالها في حالة القطارات البخارية بدون أن تتأثر كفاءتها من جراء ذلك .

ولقد بلغ الوفرة في استهلاك الوقود على بعض الخطوط من جراء كهربتها ٦٦ ٪ في بعض الحالات . ولقد قدر أن كمية الفحم اللازمة لإدارة السكك الحديدية البروسية بالكهرباء تبلغ سنوياً ٥ مليون طن من الفحم وذلك مقابل ١٣ مليون طن اللازمة لإدارة نفس الخطوط بالبخار . وفي الجدول الآتي يظهر لنا الاقتصاد في الفحم على بعض الخطوط التي تم كهربتها :

استهلاك الفحم كجم / طن كم		الخط
القاطرة البخارية	في محطة التوليد بعد كهربة الخط	
٠,٠٧٢	٠,٠٣٧	نيويورك نيوهافن هارتفورد
٠,١٠٤	٠,٠٥٦	سكك الحديد الجبلية بسويسرا
٠,٠٨٥	٠,٠٤٦	سكك حديد جوتارد ولويتشبرج
٠,٠٧٨	٠,٠٣٧	السكك الحديدية السويسرية

ثالثا — خفة وزن القطار الكهربائي وقلة نفقات صيانه:

وذلك لاستبعاد المراجل (Boilers) وعربة الفحم والمياه والعطشجي وغير ذلك من الأحمال التي تكون (أحمالا ميتة) (Dead Weights) لا نستفيد منها تجاريا كما أن تكاليف صيانة القطار الكهربائي تقل كثيرا تبعا لذلك . ولقد احتسبت هذه المصاريف على خط شيكاغو — ميلوكي وسانت بول بعد كهربته فوجد أن تكاليف الصيانة تبلغ ١ ما كان يتكلفه القطار البخاري قبل الكهرباء .

وفي شركة الخط الشمالى الشرقى بالولايات المتحدة حيث تقوم الشركة بالاحتفاظ بالقطارات البخارية والكهربائية على نفس الخط وجد أن تكاليف صيانة القطارات الكهربائية لا تكاد تبلغ ١ تكاليف صيانة القطارات البخارية .

رابعا — القطار الكهربائي أقل أعطالا من البخاري :

كما أنه نظراً لاستبعاد محطة التوليد وكذا جميع الأجزاء المترددة Recipro-cating Parts من القاطرة الكهربائية فإنها أقل عرضة للاعطاب والأعطال من القاطرة البخارية التي لا تستطيع أن تعمل أكثر من ٤٠٪ من السنة في حين أن القاطرة الكهربائية يمكنها أن تعمل ٨٠٪ من السنة .

خامسا — الاقتصاد في أجور العمال :

استخدام الكهرباء يحدث عنه اقتصاد كبير في حساب أجور العمال وذلك لقلة عدد العمال المشغلين فلا حاجة في حالة الكهرباء إلى عمال لا يقاد الفحم وتنظيف الأفران ولا إلى عطشجي أو مساعد للسائق ويتجلى لنا الفرق بين بساطة القاطرة الكهربائية وكثرة محتويات القاطرة البخارية من فروع ومراجل وفحم وماء . وليس في القاطرة الكهربائية إلا المحرك (الموتور) ولوحة القيادة .

سادسا — الاقتصاد في الوقت بالاستغناء عن عمل مناورات في نهاية الخط :
باستعمال القطار الكهربائي المتبادل (Double Headed Train) الذي
يتكون من قاطرتين أمامية وخلفية فأننا لا نحتاج لعمل أى مناورة في نهاية الخط
وهذا يساعدنا أيضاً على الاقتصاد في الوقت .
وهذا بعكس القطارات البخارية التي تأخذ وقتاً طويلاً في تحويلها من
خط إلى آخر وتزويدها بالماء والوقود في نهاية الخط .
سابعا — قلة فترات الانتظار بين القطارات :

نظراً لامكان استعمال القاطرة في القطار الكهربائي أيضاً في نقل الركاب فإنه
يمكننا تقليل عدد العربات وزيادة عدد القطارات وبذلك نتلافى الازدحام
في المحطات الرئيسية أما إذا حاولنا أن نزيد من القطارات البخارية وذلك بتقليل
عدد عرباتها إلى واحدة أو اثنتين فأننا نجد أن نسبة كبيرة من القطار (وهو
القاطرة) لا نستفيد منه بشيء .
ثامنا — الآمن في السير :

القطار الكهربائي أكثر أماناً لدقة نظام فرامل العجلات فيه عن القطار
البخارى كما يمكن لهذه الفرامل أن توقف حركة القطار من سرعته القصوى
إلى حالة السكون في زمن وجيز جداً .
تاسعا — النظافة والراحة :

نظراً لخلو القطار الكهربائي من الدخان والبخار كما أنه لا يحدث أصواتاً
مزعجة فإن ذلك أدعى إلى راحة الركاب والمسافرين وكذا للأحياء التي يمر
بها القطار الكهربائي بعكس القطار البخارى الذي يضايق الركاب وسكان
الأحياء التي يمر بها وأن نظرة إلى المباني المقامة على شارع الملكة نازلي وأشكالها
القائمة نتيجة لدخان القاطرات البخارية لكافية لاثبات ذلك .

عاشرا — امكان استخدام الوقود الوطنى المستقبل :
وهو الفحم الأبيض بعد كهربة خزان أسوان ولقد قدرت كمية الطاقة

الكهربائية الممكن إنتاجها بمقدار ١٢٠٠ مليون كيلوات ساعة سنويا فإذا قمنا من الآن بكهربية أكبر عدد من الخطوط الحديدية فإن ذلك يساعد على استهلاك جانب من الوقود الوطنى الذى نستغله بهذه الطريقة أحسن استغلال .

من كل ما سبق يمكن لنا أن نستخلص بأنه يمكن للقطار الكهربائى أن يقوم بعدد من الرحلات أطول من التى يمكن للقطار البخارى أن ينتجها وبذلك تقل تكاليف الرحلة الواحدة .

ولقد ظهر أن تسيير القطارات بالكهرباء على خطوط الضواحي فى جنوب إنجلترا أسفر عن نجاح عظيم بالرغم من أن إنجلترا هى كما نعلم الموطن الأصيل للقطار البخارى .

وقد قال رئيس مجلس إدارة الشركة التى تدير هذه الخطوط فى الجمعية العمومية سنة ١٩٣٠ : إن زيادة الحركة على الخطوط الحديدية المسكربة قد جاوزت ما كنا ننتظره وهى تلك فى ازدياد مستمر يبشر بمستقبل باهر وبواسطة القطارات الكهربائية يمكن قطع ٧,٨ ملايين ميل سنويا مقابل ٤,٤ ملايين ميل سنويا فقط يمكن للقطارات البخارية أن تقطعها على نفس الخطوط .

ولمّا يجب ألا يغيب عن أذهاننا أن كهربية أى خط حديدى تستلزم نفقات كثيرة تشمل بناء محطات التوليد الرئيسية والفرعية وكابلات التوصيل والأسلاك الهوائية والقاطرات الكهربائية فيجب والحالة هذه أن ندرس المشروع من جميع نواحيه وقياس الفائدة المرجوة وهل هى تبرر الاستعاضة بها عن البخار . ويلاحظ أنه لا يمكننا كهربية أى خط اقتصاديا إلا إذا كانت نسبة عدد الركاب للكيلومتر الطولى (أى كثافة الركاب الكيلومترية) عالية . وهذا ما سندرسه فى مشروعنا بالنسبة لخطوط ضواحي مدينة القاهرة .

٢ - خط حلوان وكيف يمكن تحسين هذا الخط بكهربيته

يبلغ طول خط حلوان من محطة باب اللوق إلى حلوان ٢٥ كم وهو خط مزدوج (انظر الخريطة رقم ٢) . وتقع عليه عشرة محطات أصلية وثلاث ثانوية وتختلف المسافة بين المحطة والأخرى من ٧١٢ مترا إلى ٧,٢٢ كيلومتر . وله سبعة مزلقانات داخل المدينة في الجزء المحصور بين باب اللوق وفم الخليج كما أن له ٩ مزلقانات في باقي الخط . ويمر الخط فوق أربعة نفق أرضية كما أنه يمر على سبعة كبارى . ويبلغ الفرق في المنسوب في الخط بين حلوان وباب اللوق ٣٨ مترا تقريبا وهذا يعطينا ميلا مقداره ١ : ٦٥٣ مع أقصى ميل قدره ١ : ١٣٤ .

والخط الحديدى الحالى هو الطريق الرئيسى للمواصلات بين القاهرة وحلوان وما بينهما من الضواحي الصغيرة . ويوجد طريق يسير موازيا تقريبا للخط الحديدى إلا أنه لطول المسافة ولضيق الطريق وإحاطته بالشجر العالى وإقامته على جسر يرتفع كثيرا عما يجاوره من الأراضى كل هذه الأسباب لا تجعل لهذا الطريق أهمية كطريق للسرع العالية للسيارات بل تجعله عرضة للأخطار وأكبر دليل ذلك نسبة حوادث السيارات المرتفعة فيه .

ويوجد أيضا النيل كطريق للمواصلات ولكن نظراً لتأخر النقل النهري تأخرا عظيما لذلك سأستبعده من الحساب . كما يوجد أيضا النقل الجوى ويعلم الله مدى ماسيلاقيه هذا النوع من النقل ولكن أظن أنه نظرا لقلة المطارات داخل المدينة وارتفاع أجور هذا النوع من النقل وعدم تعودنا عليه لذلك أستبعده من حسابنا كمزاحم لمدة عشرة سنوات على الأقل .

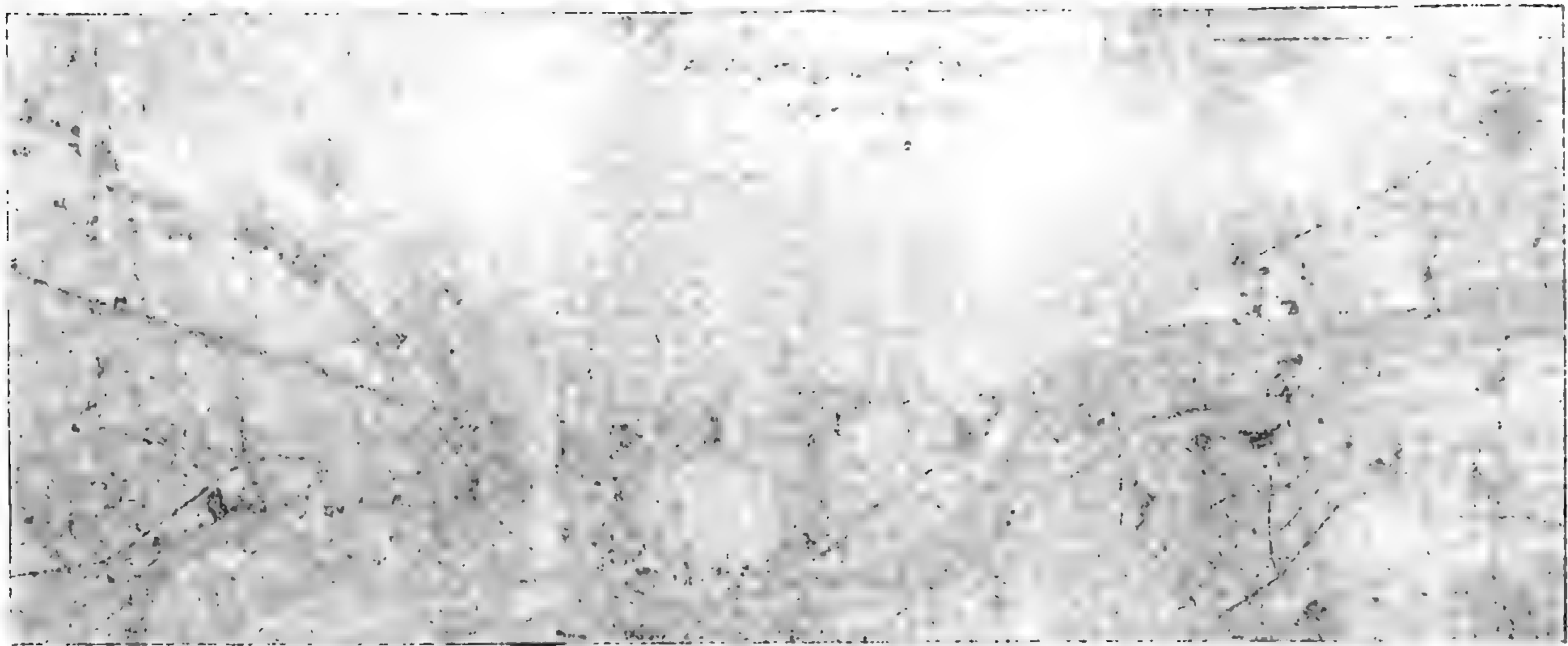
عيوب الخط الحديدي الحالى

أنشأ الخديوى إسماعيل خط حلوان بين سنتى ١٨٧٠ — ١٨٧٢ وافتتح الحركة فيه سنة ١٨٧٢ واستمر ضمن سكك الحكومة الحديدية إلى عام ١٨٨٨ حينما آل حق استغلاله إلى شركة (مترو بوليتان) وشركة سكك حديد القاهرة — حلوان (إخوان سوارس) ثم انتقل هذا الحق إلى شركة سكك حديد الدلتا الضيقة وأخيراً استعادته الحكومة سنة ١٩١٤ مقابل دفع مبلغ ٩٠,٠٠٠ جنيه مصرى .

ومع أن حلوان كانت فى بادىء الأمر ضاحية مصر الأولى وكان يقيم فيها الوجهاء والأعيان فقد أصبحت بسبب بقاء الخط الحديدي على حالة تآتى فى مؤخرة ضواحي القاهرة رغم شهرتها العالمية بجودة مياهها وطيب مناخها وفاقها الكثير من الضواحي الجديدة والسبب الرئيسى فى ذلك يرجع إلى ارتقاء طرق المواصلات إلى الضواحي الجديدة . وأقرب مثل على ذلك أن مصر الجديدة وهى أحدث هذه الضواحي يقطع الراكب إليها مدة عشر دقائق بواسطة المترو من شارع عماد الدين مع أن المسافة تزيد على ١٠ كم ويمكننا تصور أهمية هذا المترو بالنسبة لمصر الجديدة فى حادثتين حدثتا فى عامنا هذا (١٩٤٥) عند ما توقف المترو فى كل منهما بضعة أيام بسبب السيول والأمطار . أمكننا أن نستخلص من هاتين الحادثتين أن المنشئ الحقيقى لمصر الجديدة هو فى الواقع المترو .

أما فى حلوان فما زال الحال كما هو عليه من التأخر — لا يوجد قطار إلا كل ٢٥ دقيقة فى المتوسط وبعد كل ذلك فإن القطار يقطع المسافة إلى حلوان فى وقت متوسطه ٤٥ دقيقة .

وعلى ذلك فلكى نعمل على إحياء هذه الضاحية الصحية من جديد يجب علينا أن نعمل على تقليل فترة الانتظار بين مواعيد القطارات ثم ما هو أهم من ذلك أن نعمل على زيادة سرعتها المتوسطة .



ضاحية المعادى

ولكن فى الوقت الذى نرى فيه حلوان تحتضر نرى بجانبها ضاحية المعادى الفتية تشب وترعرع فما هو السبب فى ذلك . الأسباب كثيرة أهمها :
أولا — قرب المعادى من المدينة فالمسافة للمعادى تزيد قليلا على ١٠ كم يقطعها القطار فى ٢٠ دقيقة بينما المسافة لحلوان ٢٥ كيلومترا يقطعها القطار فى ٤٥ دقيقة .

ثانيا — مجهودات شركة المعادى فى تجميل المدينة وتسهيل وسائل التسلية فيها . ولقد ندهش إذ نعلم حاليا أن عدد ركاب ضاحية المعادى يزيد على ضعف عدد ركاب حلوان وهذه مسألة لها أهميتها عند التفكير فى كربة هذا الخط .

كيف يمكننا تحسين خط حلوان بكهربته

يجب علينا العمل على :

أولا — تقليل فترة الانتظار بين القطارات .

ثانيا — زيادة سرعة القطارات بحيث يمكننا قطع المسافة فى وقت أقل .
ولكن نلاحظ أنه بمحاولتنا عمل ذلك سنضطدم بالعقبات الآتية :

(١) لا يمكن زيادة السرعة داخل المدينة بسبب دواعى الأمن واضطرارنا إلى مراعاة لوائح المرور الخاصة بسير المركبات الكهربائية داخل المدينة وجعلها لا تتعدى ١٥ كم / ساعة .

(ب) كثرة عدد القطارات على المزلقانات سيوجد إشكال كبير من جهة حركة المرور فوق هذه المزلقانات .

ولقد أثبتت هذه المسائل قبل ذلك واقترحت عدة حلول للتغلب عليها ، أحدها كان يقضى بأن تكون نهاية الخط عند محطة السيدة زينب أو عند فم الخليج ثم عمل أوتوبيسات أو الاتفاق مع شركة الترام لتكملة المسافة إلى باب اللوق ولكن حالا كهذا لم يتم لشكوى الركاب بسبب كثرة عدد المرات التى يجب أن ينتقلوا فيها ليصلوا إلى قلب المدينة . أما أقترحه وهو ما سبق لغيرى اقتراحه فهو عمل خندق مفتوح من فم الخليج إلى باب اللوق تبنى فوقه كبارى للبرور وبذلك لا يتعارض سير القطارات مع حركة المرور داخل المدينة .

عدد الركاب على خط حلاوان في الأعوام ١٩٣٧-١٩٤١

عام ٣٨/٣٧

٣٢٨,٢٦٢	درجة أولى
١,٢٥٧,٦٧٠	درجة ثانية
١,٧٩٩,٧١٥	درجة ثالثة
<u>٣,٣٨٥,٦٤٧</u>	
٣,٣٢٠,٧٧٠	حاملى الاشتراكات $\frac{١٠٩٨}{٤} \times ٣٦٥ = ٣٣٢٠٧٧٠$
<u>٦,٧٠٦,٤١٧</u>	عدد الركاب السنوى

عام ٣٩/٣٨

٤٦٧,٧٢٠	درجة أولى
٢,٧٥٩,٣٦٩	درجة ثانية
٤٥٦	درجة ثالثة
<u>٣,٢٢٧,٥٤٥</u>	
٢,٩٩٥,١٩٠	حاملى الاشتراكات $٨٢٠٦ \times ٣٦٥ = ٢٩٩٥١٩٠$
<u>٦,٢٢٢,٧٣٥</u>	عدد الركاب السنوى

عام ٤٠ / ٣٩

٦٤٥,٤٧٦	درجة أولى
٣,٠٥٣,١٨١	درجة ثانية
<u>٣,٦٩٨,٦٥٧</u>	
٣,٤٦٢,٣٩٠	حاملى الاشتراكات $٩٤٨٦ \times ٣٦٥ = ٣٤٦٢٣٩٠$
<u>٧,١٦١,٠٤٧</u>	عدد الركاب السنوى

عام ٤١ / ٤٠

١,٢٧٦,٩٣٨	درجة أولى
٣,٣٣٦,٣١٠	درجة ثانية
<u>٤,٦١٣,٢٤٨</u>	
٣,٧١٨,٩٨٥	حاملى الاشتراكات $١٠,١٨٩ \times ٣٦٥ = ٣٧١٨,٩٨٥$
<u>٨,٣٣٢,٢٣٣</u>	عدد الركاب السنوى

٣ - استعراض للمشاريع السابق دراستها

لكهربة خط حلوان

سبق أن درست عدة مشاريع لكهربة خط حلوان نخص منها بالذكر :

(١) مشروع السير فيليب داوسون :

عندما اتخذت الاجراءات لتنفيذ مشروع كهربة خط حلوان عام ١٩٣٣ قدرت تكاليفه بنحو ٣٠٠ ألف جنيه وعملت مناقصة على أساس مواصفات قام بوضعها السير فيليب داوسون الخبير الذي اختارته الحكومة لهذا الغرض . وكانت أهم خواص هذا المشروع .

ا - استخدام قطارات ثقيلة ذات سرعة عالية .

ب - استخدام التيار المستمر بضغط قدره ١٥٠٠ فولت للأسلاك الهوائية ووضع كل محركين معاً بصفة دائمة على التوالي لكي يكون الضغط على كل محرك ٧٥٠ فولت فقط وبذلك وفق جنابه بين الجهد العالي اللازم للأسلاك الهوائية والجهد المناسب للمحركات حتى تكون النفقات أقل ما يمكن .

ج - اختار جنابه محولات للتيار المتغير ذو الضغط العالي إلى التيار المستمر من النوع المسمى بالمحولات الدائرة (Rotary Converters) .

د - اقترح جنابه اقامة محطتين كهربائيتين فرعيتين إحداهما عند محطة مارجر جس والآخرى بالمعصرة .

وتقدمت عدة عطاءات على أساس المواصفات التي قام بعملها جنابه . وبعد فحصها قدم التوصية اللازمة . ولكن اللجنة التي كلفت بفحص المشروع وأخذ قرار فيه لم توافق عليها وكانت أهم أسباب الرفض هي :

أولا - عدم بيان مقدار الأرباح التي تعود على خزانة الدولة مقابل صرف ثلثمائة ألف جنيه في كهربة الخط علماً بأن مناقشات مجبى المشروع كانت قائمة على أساس زيادة الإيراد لانتشار العمران في هذه المنطقة قياساً

على ما حدث في الأحوال المشابهة في مصر وغيرها من الممالك الأخرى وكذا إلى النفع الكبير الذي ينتج من ارتفاع ثمن الأراضي الواقعة على جانبي الخط ولكنني أرى أن هذا السبب لا يحمل أى وزن من الوجاهة لدرجة تأثيره على المشروع لأن مشروع كهربة خط حلوان يعتبر مشروع منفعة عامة وليس مشروع اقتصادى بحت (وإن كان في الواقع مشروعاً اقتصادياً من الدرجة الأولى كما سنثبت ذلك فيما بعد) وعلى ذلك فلا يجب على الحكومة أن تنظر إليه من خلال منظارها المالى فقط بل يجب أن تنظر إليه من الوجهة الصحية والعمرانية وتجميل مدينة القاهرة وإصلاح حال الضواحي وراحة السكان والأهالى وتوفير الوقت إلى غير ذلك من الأسباب ذات المنفعة العامة .

أما إذا نظرنا إلى جميع مشاريعنا الحيوية ذات صبغة المنفعة العامة على أنها مشاريع اقتصادية فقط فيجب أن نبدأ بأقفال المستشفيات والمدارس والجامعات والمصحات العامة على أساس أنها مشاريع خاسرة من الوجهة الاقتصادية . ففضلاً عن أنه لم يكن فى كل هذا ما يبرر تعطيل المشروع فإن موضوع الفائدة التى تعود على خزانة الدولة مقابل صرف مبلغ الثلاثمائة ألف جنيه يكفى للأجابة عليه أن نوجه النظر إلى ما أتى من خط هليوبوليس الكهربائى من الفوائد الكبيرة عند قيام أصحابه بمشروعاتهم إذ لم يكن فى وسعهم وقتئذ عمل تقدير دقيق للإيراد الذى يتناسب مع ما صرفوه من المبالغ الباهظة .

هذا علاوة على ما سترتب على المشروع من الفوائد الجمّة التى ستعود على الأهالى وعلى خزانة الدولة فى آن واحد من ارتفاع ثمن الأراضي الواسعة والممتلكات الموجودة فى هذه المنطقة .

ثانياً — عملاً بما أشار إليه الخبير الفنى من أنه كلما تعددت نواحي الارتفاع بالكهرباء فى منطقة واحدة وكثرت المشروعات التى تستعمل فيها كانت الفائدة أكبر والنفع أعم رأى البعض ضرورة إعادة بحث المشروع ودرس ما يتصل به من الموضوعات الآتية :

(١) هل يشتري التيار اللازم من إحدى الشركات القائمة أم تنشأ محطة خاصة لتوليد الكهرباء لتغذية الخط على أن توسع فيما بعد لتغذية خط المطرية عند كهر بته وانتخاب أنسب المواقع لإقامة هذه المحطة .

(ب) تأجيل كهر بة خط حلوان حتى يبت في مشروع عام يشمل كهر بة خطي حلوان والمطرية ويتسع في الوقت نفسه لأن يشمل كهر بة خط القناطر الخيرية ويغذى ورش السكك الحديدية ببولاق وأبي زعبل وإنارة المحطات الواقعة بمنطقة القاهرة وضواحيها ومدى ارتباط كل ذلك بأعمال الشركات القائمة الآن وما لها من حقوق وامتيازات .

أما عن هذه النقطة فكان من الممكن السير في تنفيذ مشروع كهر بة خط حلوان باعتبارها جزءاً منه وذلك بصرف النظر عن إنشاء محطة خاصة بخط حلوان والاكتفاء مؤقتاً بشراء اللازم له من إحدى الشركات الموجودة . وكان من الميسور الاتفاق مع إحداها على سعر مناسب وبغدد لمدة محدودة (خمس سنوات مثلاً) يدرس خلال هذه المدة المشروع الكامل ويؤخذ قرار بصددده خصوصاً وأن القوى الكهربائية الموجودة لدى شركات التوليد الكهربائية في ذلك الوقت كانت كافية لتزويد المشروع بالقوة اللازمة . علاوة على احتياجاتها مع القدر الكافي من الاحتياطي .

٢ - مشروع حسين بك سعيد :

قام حضرة النائب المحترم حسين بك سعيد أثناء إدارته لسكة حديد الرمل الكهربائية (إدارة النقل المشترك حالياً بالاسكندرية) بأعداد مشروع لكهربة خط حلوان ..

ومشروع حسين بك سعيد وإن كان يتفق مع مشروع السير فيليب داوسون في نوع التيار وجهده (١٥٠٠ فولت تيار مستمر) وعدد المحطات القرعية إلا أنه يختلف عنه في نقطة جوهرية هامة فهو يرى عمل قطارات ذات حجم أصغر وأخف في الوزن وإنما تكون الفترة بين القطارات أصغر من التي اقترحها السير فيليب داوسون ومن ذلك يتضح أن خضريته يرى التضحية بجزء من سرعة القطارات الكهربائية وذلك في مقابل اقتصاد كبير في نفقات

كهربة الخط ترجع إلى خفة وزن القاطرات وبالتالي إلى رخصتها وإلى الاقتصاد في التيار الكهربائي اللازم لتشغيلها . وكانت القطارات التي اقترح حسين بك سعيد تسييرها يتكون بعضها من عربتين والبعض الآخر من عربة واحدة وتوسع العربة الواحدة منها خمسين راكبا وتقتصر على درجتين ثلاثها لركاب الدرجة الأولى والباقي للدرجة الأخرى . كما رأى عزته أن تصنع صناديق وشاسيهات هذه العربات بمصانع سكة حديد الرمل الكهربائيّة بالاسكندرية لما لها من الخبرة في تلك الأعمال .

وكذلك اقترح حسين بك سعيد استخدام المقوم الزئبقي (Mercury Arc Rectifier) في تحويل التيار الكهربائي من المتغير إلى التيار المستمر بدلا من المحولات الدائرة التي اقترحها السير فيليب داوسون . وسنرى فيما بعد الفرق بين كل من النوعين ولقد قدر كتكاليف لهذا المشروع مبلغ ١٦٠,٠٠٠ جنيه كان سيصرف أكثر من نصفها في مصر وذلك مقابل ٣٠٠,٠٠٠ جنيهه يتكلفتها مشروع السير فيليب داوسون .

٣ — مشروع السيد بك فهمي :

وفي عام ١٩٤٣ قام حضرة صاحب العزة السيد بك فهمي عميد كلية الهندسة بجامعة فاروق الأول حاليا أثناء قيامه بأعباء منصب المفتش العام بمصلحة سلك حديد الحكومة المصرية باعداد مشروع لكهربة خط حلوان وكانت أهم خواص مشروعه هي دراسة ناحية جديدة وهي امكان استخدام التيار المتغير ذو الثلاثة الأوجه للسلك الهوائي ولقد خطى هذا النوع من التيار خطوات واسعة في السنين الأخيرة كما قام عزته بعمل مقارنة تكاليف الانشاء للتيار المستمر التي قدرها عزته بمقدار ٢٧٢,٠٠٠ جنيهه مقابل ٢٢٤,٥٥٠ جنيهها للتيار المتغير وذلك بوفر قدره ٤٧٤٥٠ جنيهها في مصلحة الأخير وذلك على أساس أسعار ما قبل الحرب . كما قدر بأنه لاوفر يذكر في المصاريف السنوية بين الاثنين . على أن عزته ترك البيت في تفضيل العمل بأحدهما حتى يتقرر تنفيذ المشروع بصفة نهائية . وسندرس هذه النقطة بالذات في المشروع الذي نتقدم به .

جدول مقارنة بين عدد الركاب اليومي للكيلومتر الواحد على كل من خطوط
المرج وحلوان والقناطر

الخط	طوله بالكيلو مترات	١٩٣٧			١٩٣٨			١٩٣٩			١٩٤٠		
		عدد الركاب اليومي	عدد الركاب السنوي	عدد الركاب اليومي للكيلومتر الواحد	عدد الركاب السنوي	عدد الركاب اليومي	عدد الركاب السنوي	عدد الركاب اليومي	عدد الركاب السنوي	عدد الركاب اليومي للكيلومتر الواحد	عدد الركاب اليومي	عدد الركاب اليومي للكيلومتر الواحد	عدد الركاب اليومي للكيلومتر الواحد
المرج	١٤	٢٩,٦٠٠	٦٠,٩٠,٨	٢١٢٠٠	٦٠,٩١١	٣٠,٢٠٠	٦٠,٩١١	٣٠,٧٠٠	٦٠,٩١١	٢١٩٠	٢٧,١٠٠	٦٠,٩١١	١٩٣٥
حلوان	٢٥	١٨,٣٥٠	٦٠,٦,٧	٧٣٤	٦٠,٦,٢	١٧,٠٠٠	٦٠,٦,٢	١٩,٤٥٠	٦٠,٦,١	٧٨٠	٢٢,٧٥٠	٦٠,٨,٣	٩١٠
القناطر	٢٣	١٠,٤٠٠	٦٠,٣,٨	٤٥٠	٦٠,٤,٢	١١,٥٠٠	٦٠,٤,٢	٧,٦٨٠	٦٠,٤,٨	٣٣٤	٨,٧٧٠	٦٠,٤,٢	٣٨٠

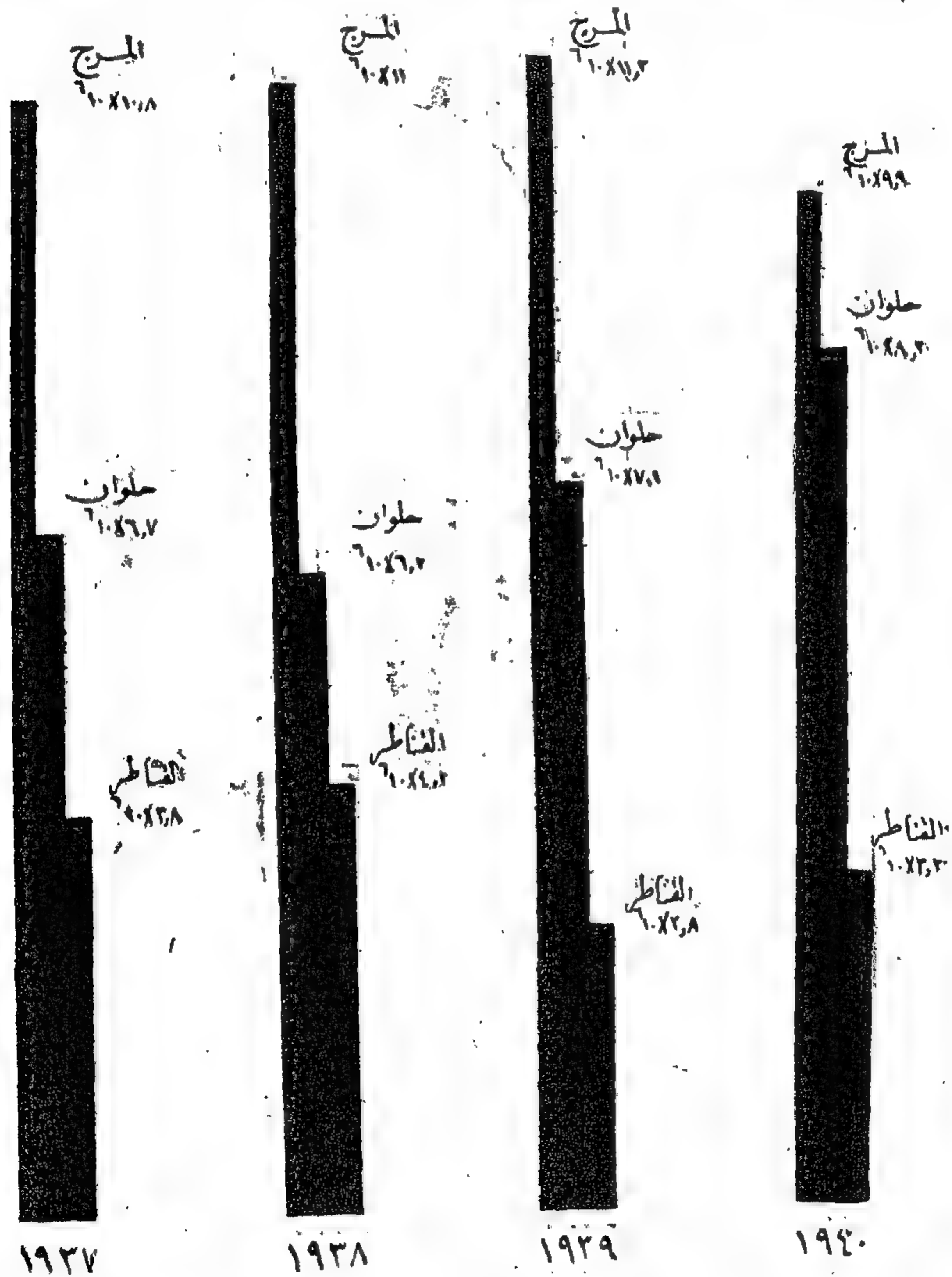
شكل (٣)

٤ - خط المرج والفرق بينه وبين خط حلوان

يبلغ طول الخط من كوبرى الليمون إلى المرج ١٤ كيلومتر تقريبا
والخط مزدوج إلى عين شمس التى تقع على مسافة ١١ كم من كوبرى الليمون
وبعد عين شمس يسير الخط مفرداً إلى المرج

وينحصر الفرق بين خطى حلوان والمرج فى النقاط الآتية :

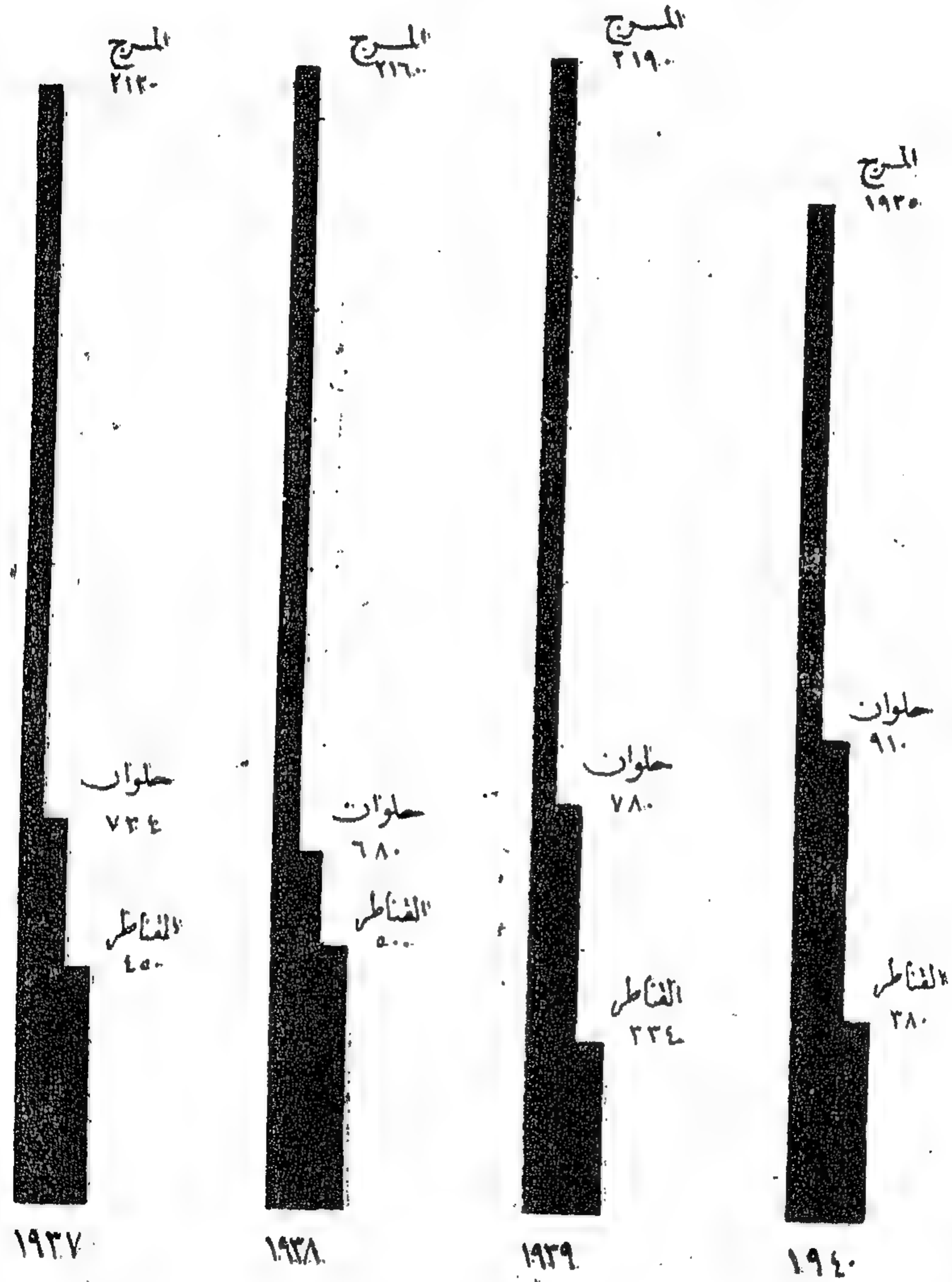
(١) بينما نجد أن العمران على خط حلوان مركز فى مناطق محدودة كما



(شكل ٤)

٥ - رسم يبين لمقارنه عدد الركاب السنوى على كل من خطوط المرج وحلوان والدقي

أن أهم ضاحية على هذا الخط تقع في آخره - إذ بنا نجد أن العمران على خط المرج يبدأ كشيئا في أوله ويقل تدريجاً كلما اقتربنا من نهايته .
(ب) عدد الركاب السنوى على خط المرج أكبر منه على خط حلوان
(انظر الشكل رقم ٤) كما نلاحظ أيضا أن الكثافة السكانية لمرج على خط حلوان (شكل رقم ٥)
يومية على خط المرج تبلغ ثلاثة أضعاف مثيلتها على خط حلوان (شكل رقم ٥)



(شكل ٥)

٥ - رسم بياني لمقارنة الكثافة السكانية لعدد الركاب اليومي على كل من خطوط
المرج وحلوان والقناطر

ومن ذلك يتضح لنا أن كهربة خط المرج أفيد كثيراً وأدعى من كهربة خط حلوان .
ج — المسافة بين المحطات على خط المرج أصغر منها على خط حلوان .
وبينما نجد أن متوسط المسافة بين المحطات على خط حلوان ٢٨٠٠ متراً إذ
بنا نجدها على خط المرج ١٢٧٠ متراً وهذه الخاصية أهمية كبيرة عند احتساب
قوة المحركات وسرعتها النهائية والمتوسطة .

العيب المشترك لكل من خطي المرج وحلوان :

ولكن في الوقت نفسه نرى أن كلا من خطي حلوان والمرج يقاسيان
من عيب مشترك وهو أن الأول ينتهى بالقرب من جنوب المدينة ويبعد عن
المراكز الهامة فيها . كما أن خط المرج ينتهى بالقرب من شمال المدينة .
وهذا مما يضطر ركاب الخطين إلى أخذ موصلات إضافية للانتقال إلى مراكز
أعمالهم ، ولذا فيجب أن نعمل على وصل الخطين بمنتصف المدينة عند التفكيك
في تحسين حالة الخطين وذلك بوصلهما ببعض داخل المدينة .

عدد الركاب على خط المرج في الأعوام ١٩٣٧ — ١٩٤١

عام ١٩٣٧ / ١٩٣٨		
٢٢,٩٩٤		درجة أولى
٤٧٦,٨٢٥		درجة ثانية
٥١٧٨,١٩٩		درجة ثالثة
٥,٦٧٨,٠١٨		
٥,١٩٥,٠٤٥	٥١٩٥٠٤٥ = ٣٦٥ × ١٤٢٣٣	حامل الاشتراكات
١٠,٨٧٣,٠٦٣		عدد الركاب السنوى

عام ١٩٣٩ / ٣٨

١٤,٦٨١	درجة أولى
٤٨٣,٦٥٣	درجة ثانية
٥,٢٠٤,٧٠٢	درجة ثالثة
٥,٧٠٣,٠٣٦	
٥,٣٥٨,٥٦٥	جاملى الاشتراكات ١٤,٦٨١ × ٣٦٥ = ٥٣٥٨٥٦٥
١١,٠٦١,٦٠١	عدد الركاب السنوى

عام ١٩٤٠ / ٣٩

١٧,٧١٥	درجة أولى
٥٠٣,٨٧٦	درجة ثانية
٥,٢٣٤,٥٥٧	درجة ثالثة
٥,٧٥٦,١٤٨	
٥,٥٣٨,١٤٥	حاملى الاشتراكات ١٥,١٧٣ × ٣٦٥ = ٥٥٣٨١٤٥
١١,٢٩٤,٢٩٣	عدد الركاب السنوى

عام ١٩٤١ / ٤٠

١٤,٩٥٨	درجة أولى
٥١٠,٩٧٦	درجة ثانية
٤,٩٢٩,٨٥٥	درجة ثالثة
٥,٤٥٥,٧٨٩	
٤,٥١٦,٨٧٥	حاملى الاشتراكات ١٢,٣٧٥ × ٣٦٥ = ٤٥١٦٨٧٥
٩,٩٧٢,٦٦٤	عدد الركاب السنوى

هـ — خط القناطر ومقارنته بخطى حلوان والمرج

لا يمكن لنا أن نستكمل بحث كهربة خطى حلوان والمرج بدون أن ندرس في الوقت نفسه خط القناطر لأنها معتبرة هي الأخرى ضاحية من ضواحي مدينة القاهرة .

يبلغ طول هذا الخط ٢٣ كيلومترا ويشترك مع الخط الرئيسى مصر بنها إلى قليوب وهناك يتفرع منه وبذلك فان أول عقبة سنصطدم بها عند كهربة هذا الخط هي وجوب فصل هذا الخط عن الخط الرئيسى .

ويبلغ عدد الركاب في متوسط السنين ٣٧ — ١٩٤٠ عشرة آلاف راكب يوميا أي أن عدد الركاب في الكيلومتر الواحد يبلغ في المتوسط ٤٥٠ راكب يقابله ٧٥٠ راكب على خط حلوان و ٢١٠٠ راكب على خط المرج .

وفي الجدول شكل (٣) مقارنة بين هذه الخطوط الثلاثة .

ولذلك فالتنازى من هذه المقارنة مضافا اليها المصاريف الإضافية لإنشاء خط جديد بدلا من كهربة خط موجود حاليا أن الحالة غير ملحة جداً في الوقت الحاضر . واقتراح لتحسينه نقل مركبات الديزل المخصصة لخط حلوان حاليا على هذا الخط وعمل قطار كل ١٥ دقيقة في أوقات الزحام وكل ٣٠ دقيقة في الأوقات العادية وكل ساعة في الأوقات الفاترة وذلك بدلا من قطار كل ساعتين كما هو الحال الآن .

وسيؤدى ذلك النظام بلا شك إلى تحسين الخط وزيادة الأقبال عليه وبذلك قد يسمح لنا بعد مدة وجيزة إعادة دراسة فصله عن الخط الرئيسى وكهربته .

عدد الركاب على خط القناطر للاعوام ١٩٣٧ - ١٩٤١

عام ١٩٣٨/٣٧

٨,٣١٢	درجة أولى
١٠١,٢٩٠	درجة ثانية
<u>١,٨٥٣,٨١٢</u>	درجة ثالثة
١,٩٦٣,٤١٤	
<u>١,٩٣١,٥٨٠</u>	حاملى الاشتراكات ٥٢٩٢ × ٣٦٥ =
٣,٨٩٤,٩٩٤	بمجموع الركاب السنوى

عام ١٩٣٩/٣٨

٧,٨٧٠	درجة أولى
١٠١,٩٣٧	درجة ثانية
<u>١,٩٢١,١٩١</u>	درجة ثالثة
٢,٠٣٠,٩٩٨	
<u>٢,١٧٩,٠٥٠</u>	حاملى الاشتراكات ٥٩٧٠ × ٣٦٥ =
٤,٢١٠,٠٤٨	بمجموع الركاب السنوى

عام ١٩٤٠/٣٩

٥,٦٠٦	درجة أولى
٨٦,٦٢٣	درجة ثانية
<u>٧٨٢,٥٩٣</u>	درجة ثالثة
٨٧٤,٨٢٢	
<u>١,٩٥٥,٦٧٠</u>	حاملى الاشتراكات ٥٣٥٨ × ٣٦٥ =
٢,٨٣٠,٤٩٢	بمجموع الركاب السنوى

عام ٤٠ / ١٩٤١

٤,٥٤٤
٦٥,٨٤٠
١,٦٦٧,٠٨٣
١,٧٣٧,٤٦٧
١,٥٥٠,٨٨٥
٣,٢٨٨,٣٥٢

درجة أولى

درجة ثانية

درجة ثالثة

حامل الاشتراكات ٤٢٤٩ × ٣٦٥ =

مجموع الركاب السنوى

٦ - المشاريع السابق اقتراحها لوصل الخطين ببعض ومشروع جديد للمحاضر

ولقد تقدمت عدة اقتراحات لوصل الخطين ببعضهما داخل المدينة :
أولا - بواسطة سكة حديد مرتفعة عن الأرض - أى على كوبرى
مرتفع عن الأرض ولكن هذا النوع فضلا عن أنه غير مألوف في مصروفاته
يشوه شكل المدينة .

ثانيا - بواسطة نفق عميق مستقيم على نظام التيوب (Tube) فى لندن
يقام بين محطتى باب اللوق وكوبرى الليمون ولكن لذلك عيوب كثيرة :
(١) عدم صلاحية التربة وارتفاع مياه الرشخ خلال الطبقات الأرضية
لمدينة القاهرة وكلنا نذكر الصعوبات التى واجهها تنفيذ نفق السبئية لقرب
المياه الأرضية .

(ب) فداحة تكاليفه حتى فى حالة امكان تنفيذه عملياً والصعوبات
الفنية التى تقابلنا فى التخلص من مياه الرشخ . وكذا الأخطار التى يتعرض لها
المشروع نتيجة لغمر النفق بمياه الرشخ أو مياه المجارى .

ثالثا - نفق بالقرب من سطح الأرض ويغطى بالأسمنت المسلح أسوة
بما هو متبع فى المترو بوليتان بباريس . ولقد تقدم على هذا الأساس مشروعين
أحدهما للسير فيليب داوسون وهو الخبير الذى انتدبته الحكومة المصرية
عام ١٩٣٤ لدراسة مشروع كهربة خط حلوان ، والآخر لحسين بك سعيد
مدير سكة حديد الرمل سابقا وسنلخصها فيما يلى :

مشروع السير فيليب داوسون لوصل الخطين :

اقترح جنابه أن ينتهى خط حلوان عند محطة السيدة زينب التى ستنتقل
إلى شارع المبتديان بدلا من وضعها الحالى انظر الخريطة شكل (٦) ثم يسير
الخط فى نفق تحت الأرض محترقا شارع الدواوين كله ثم شارع المدايح

وامتداده إلى شارع توفيق ثم يصل إلى محطة مصر عن طريق شارعى توفيق والمدبولى ويمر من أمام مدخل المحطة القبلى ، ثم يمر من تحت محطة كوبرى الليمون ويظهر ثانية فوق سطح الأرض تدريجياً حتى يتصل بخط المرج الحالى.

كما اقترح جنابه أن تعمل وصلة أخرى بين خطى حلوان والمرج تبدأ خلف سراى الزعفران حيث يتفرع من خط المرج فرع جديد ينحدر تحت سطح الأرض إلى اليمين فيمر تحت خط مترو مصر الجديدة وخط قطارات بضائع طره ثم يستأنف سيره كما هو مبين فى الخريطة شكل (٦) تحت شوارع العباسية وعظيم الدولة وجرانفل رود والسرايات والسرجانى ، ثم يظهر ثانياً فى الشارع الجديد الواقع بين حد العاصمة الشرقى وجهة قايتباى ، ولما يصل الخط إلى امتداد شارع الأزهر الجديد يختفى تحت الأرض ثانياً ويمر تحت شارع الأزهر وشارع الخليج حتى يصل إلى محطة السيدة زينب التى بدأ فيها وبذلك يكمل سيره الدائرى فى المدينة نفسها .

وعند محطة السيدة زينب يلتحم الخط السائر تحت شارع الدواوين بالخط السائر تحت شارع الخليج فينشأ عن ذلك خط جديد يتصل بخط حلوان ويظهر إلى الهواء الطلق تدريجياً . ولا يغير شىء فى طريق الخططين الحالىين الممتدين من السيدة زينب إلى حلوان ومن حدائق القبة إلى المرج ويقتصر على عمل اللازم لحذف المزلقانات .

وكان أهم ملاحظته فى تقرير جنابه هو تقديره تكاليف المتر الطولى فى النفق تحت شوارع مدينة القاهرة بمبلغ خمسون جنيهاً ١٢ وبنى كل حساباته على هذا الأساس . وإنى أعتقد أن هذا المبلغ زهيد جداً (بالرغم من رخص الأسعار فى الوقت الذى قام فيه بعمل مقايسته) .

ولقد قمت مبدئياً بعمل مقايسة فوجدت أنها لا تقل عن عشرة أمثال هذه القيمة فى الوقت الحالى .



(شكل ٦) المشاريع المختلفة لوصول خطى حلوان والمرج

اقتراح حسين بك سعيد لوصل خط حلوان بخط المرج :

كانت فكرة حسين بك سعيد أن ينتهى خط حلوان عند ميدان الأزهار حيث تنشأ محطة كبيرة تحت الأرض ثم يمر بعد ذلك فى نفق تحت شارع كوبرى قصر النيل إلى شارع عابدين (انظر الخريطة شكل ٦) وهناك ينحرف إلى اليسار ويتبع النفق شارع عابدين إلى شارع كامل ثم إلى ميدان المحطة حيث يتصل بمحطة كوبرى الليمون .

وأهم ميزة فى هذا المشروع أنه يمر بأقصر مسافة من محطتى باب اللوق وكوبرى الليمون وبوسط المدينة فى الوقت نفسه . وفى نظرى أن هذا المشروع أصحح بكثير من المشروع السابق اقتراحه للسير فيليب داوسون كما أنه يقل كثيراً عنه فى التكاليف مع قيامه بنفس الغرض الأساسى وهو وصل كل من الخطين بوسط المدينة وبالتالى وصل أحدهما بالآخر .

مشروع المحاضر :

أما المشروع الذى اقترحه فهو أبسط من ذلك بكثير وأقل كثيراً فى النفقات لأنه يتبع الخط الحديدى الموصول حالياً إلى الانتكخانة والذى أقترح أن يسير من المحطة إلى باب اللوق كما هو مبين على الخريطة (شكل ٧) فى الخريطة المذكورة يسير الخط فى نفق أرضى من محطة باب اللوق إلى حمام وزارة المعارف عن طريق ميدان الاسماعيليه ويبلغ طول هذه المسافة ١١٠٠ متر . ويبلغ تكاليف المتر الطولى فى هذا النفق ٣٠٠ جنيه تقريباً ثم يسير الخط بعد ذلك فى خندق مفتوح فى الخط الحديدى الموجود حالياً إلى خلف مصلحة التليفونات وهناك يدخل فى شارع سيدى المدبولى ويستمر فيه إلى نهايته . ويبلغ طول هذه المسافة ١٦٠٠ متر .

وبهذه المناسبة يجدر بنا أن نذكر أن شارع سيدى المدبولى هذا قد فقد كل أهميته حالياً بعد انشاء نفق السبئية الجديد وبذلك فإن هذا الخندق لا يضايق حركة المرور فى شىء .

وتبلغ تكاليف المتر الطولى فى هذا الخندق المفتوح حوالى ١٥٠ جنيهاً مصرياً
ثم يستمر الخط بعد ذلك فى نفق تحت ميدان المحطة إلى محطة كوبرى الليمون
ويبلغ طول هذه المسافة ٣٠٠ متر ويتكلف المتر الطولى فيها ٣٠٠ جنيهاً مصرياً .



شكل (٩)

الخندق المفتوح الذى يسير فيه حالياً مترو مصر
الجديدة بالقرب من منشية البكرى والذى تقترح
أن يبنى على نظام الجزء المفتوح من الوصلة بين
خطى حلوان والمرج



شكل (٨)

صورة تبين جزء من الخط الحديدى الذى
يصل قشلاق قصر النيل بمحطة مصر

وعلى ذلك فان تكاليف هذا المشروع تبلغ :

نفق بين باب اللوق — حمام وزارة المعارف	٢٣٠,٠٠٠ جنية
خندق بين حمام وزارة المعارف — نهاية شارع سيدى المدبولى	٢٤٠,٠٠٠
نفق ميدان المحطة	١٩٠,٠٠٠
مجموع تكاليف الوصلة	٦٦٠,٠٠٠

مزايا مشروع المحاضر :

ان المشروع الذى أعرضه وإن كان حقيقة لا يمر وسط المدينة وهو ميدان الاوبرا أو ميدان الملكة فريدة إلا أنه بالرغم من ذلك يمر خلال منطقة من أهم مناطق المدينة وأهم مزاياه :

أولا - أننا لا نحتاج فيه لأعمال نزع ملكية .

ثانيا - لا يتعطل المرور أثناء تنفيذه فى شوارع هامة داخل المدينة .

ثالثا - تكاليفه أقل كثيراً عن أى من المشاريع السابقة لأنه يسمح لنا باستغلال جزء من الخط الحديدى الموصل لمعسكرات قصر النيل والذى فقد حالياً الكثير من أهميته .

رابعا - لا يستغرق تنفيذه وقتاً طويلاً .

خامسا - أعمال صرف مياه الرش أو السيول والأمطار أسهل كثيراً عن باقى المشاريع الأخرى .

وسيكون صرف مياه الرش عادة بواسطة طلمبات كهربائية تقام فى أماكن ملائمة . من الوصلة المزمع عملها وتصرف مياهها فى مجارى العاصمة أما فى أحوال الطوارئ الناشئة عن غمر النفق بمياه السيول أو الأمطار فستقام محطة خضيسا لذلك على النيل فى نهاية شارع الانتكخانة المصرية لتصرف هذه المياه إلى النيل فى حالة غمر مجارى العاصمة بالسيول أو أى طوارئ أخرى .

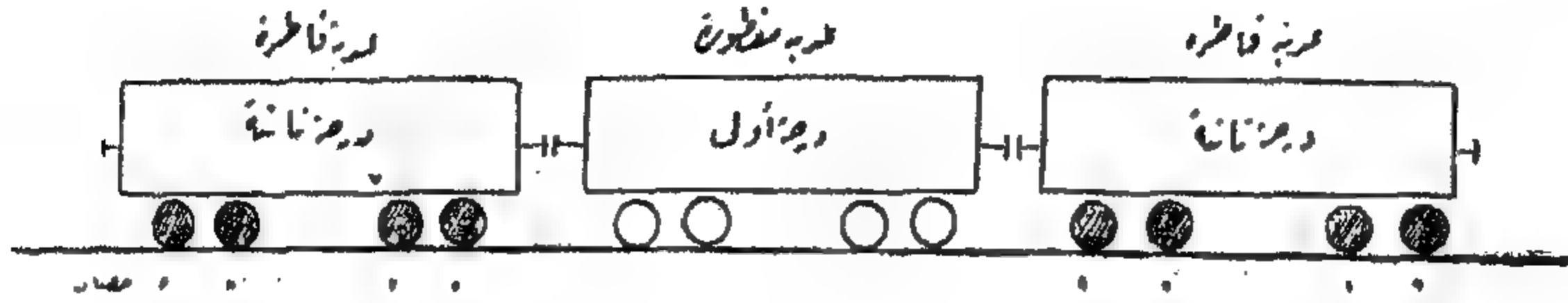
٧ - نوع القطارات المقترح استعمالها عند الكهرباء ودراسة امكان صنعها بمصر

إن مواصفات القطارات التي تقترح استعمالها ستتفق مع مواصفات :
The Electric Railway President Confererce Committee وهذه اللجنة
صرفت ما يقرب من المليون ريال في دراسة مواصفات لقطار كهربائي يمتاز
بالخواص الآتية :

- ا - رخص التكاليف .
- ب - خفيف الوزن إذ تدخل نسبة كبيرة من الألومنيوم والبلاستيك
في صنعه .
- ج - ذو سرعة تجارية كبيرة نتيجة لعجلة ابتداء وتقصير كبيرتين
وسرعة قصوى كبيرة .
- د - لا يحدث في سيره ضوضاء أو جلبة لأن تحميل ياباته مركبة على
جلب مطاط .
- هـ - مريح للركاب .
- و - حسن المنظر .
- ز - ذو تحسينات كبيرة في إضاءته .
- ح - له تسهيلات كبيرة في الكشف عليه من الداخل ومن الخارج
لتسهيل أعمال صيانه .

وسيتكون القطار من عربتين قاطرتين تتوسطهما عربة مقطورة وهو
من النوع المسمى بالقطار المتبادل Rversible Train (شكل ١٠) أى يمكنه
أن يسير فى أى اتجاه وبذلك فلا يحتاج لعمل أى مناورات فى آخر الخط
ليغير اتجاهه وهذا النوع مستعمل فى القطر المصرى فى جميع قطارات ادارة

النقل المشترك بالاسكندرية . وهى أول من أدخلته فى القطر المصرى وكذا فى بعض المركبات الجديدة بترام القاهرة التى تم صنعها أخيراً .



شكل (١٠)

نوع القطار المقترح استعماله على خط حلوان — المريج

وتسع كل عربة قاطرة ٨٠ راكباً وتبلغ وزنها فارغة ٢٥ طناً . وكل عربة قاطرة مجهزة بأربعة محركات قوة كل منها ٥٠ حصاناً — كما تسع كل عربة مقطورة ١٠٠ راكب وتبلغ وزنها فارغة ١٥ طناً

وبذلك فإن وزن القطار الكلى $= ٢٥ + ٢٥ + ١٥ = ٦٥$ طن

وعدد الركاب $= ٨٠ + ٨٠ + ١٠٠ = ٢٦٠$ راكب

وقوة محركاته $= ٤ \times ٢ \times ٥٠ = ٤٠٠$ حصان

وسرعته القصوى $= ٨٥$ كيلو متر فى الساعة

ويمكن مقاومة هذا القطار بمترو مصر الجديدة الذى يتكون من :

قاطرة تسع ٨٠ راكباً وزنها ٣٠ طناً وبها أربعة محركات قوة كل منها ٥٠ حصاناً وعربة مقطورة تسع ١٠٠ راكب وزنها ١٨ طناً .

أى أن وزن القطار $= ٤٨$ طن

وعدد ركابه $= ١٨٠$ راكب

وقوة محركاته $= ٤ \times ٥٠ = ٢٠٠$ حصان

وسرعته القصوى $= ٦٥$ كيلو متر فى الساعة

ويبلغ ثمن القطار الذى اقترحه على أسعار ما قبل الحرب :

عربتين قاطرتين ثمن كل منهما ٤٠٠٠ جنيه	٨٠٠٠ جنيه
عربة مقطورة ثمنها ٢٠٠٠	٢٠٠٠
	<hr/>
	١٠٠٠٠

فاذا قدرنا أن الأثمان بعد الحرب أثناء تنفيذ المشروع ستعود إلى ضعف ما كانت عليه قبل الحرب فإن ثمن القطار كاملاً يبلغ ٢٠٠٠٠ جنيه مصرى وستكون سرعة القطار المتوسطة كالآتى :

على القطاع حلوان — باب اللوق ٥٠ كيلو متراً فى الساعة أى	يقطع هذه المسافة فى
٣٠ دقيقة	على القطاع باب اللوق — كوبرى الليون ٣٥ كيلومتراً فى الساعة
أى يقطع هذه المسافة فى	٥ دقائق
على القطاع كوبرى الليمون — المرج ٤٥ كيلومتراً فى الساعة	أى يقطع هذه المسافة فى
١٩ دقيقة	الوقت من حلوان إلى المرج
٥٤ دقيقة	وذلك مقابل ٤٥ دقيقة يقطع فيها القطار البخارى حالياً المسافة من
	حلوان إلى باب اللوق

امكان صنع هذه القطارات فى القطر المصرى

من الممكن جداً صنع أجسام هذه القطارات بالقطر المصرى بتكاليف تقل كثيراً عن استيرادها كاملة من الخارج ولا تحتاج من الخارج إلا للتروكس كاملة بالمحركات . وترينا الأشكال من ١١ إلى ١٥ بعض صور لقطار تم تصميمه وتنفيذه بسكة حديد الرمل الكهربائية أثناء خدمتى بها . وكان لى حظ المساهمة فى الاشراف على تصميمه وتنفيذه .

ولقد بلغت تكاليف هذا القطار مبلغ ٥٣٠٠ جنيه مصرى وعدد ركابه ١٣٨ جلوس و ٦٨ وقوف أى مجموع زكابه ٢٠٦ ووزن القطار ٤٨ طناً



شكل (١١)

صورة تبين لنا المراحل الأولى في بناء قطار كهربائي بأدارة النقل المشترك بالاسكندرية
ولقد أتيت للمحاضر فرصة الاشتراك في تصميمه والاشراف على تنفيذه وتجربته أثناء
ادارته لقسم الصيانة بالمصلحة المذكورة
والصورة تبين لنا شاسيه احدى العربات أثناء انشائه ونظام تشكيل الكمرات
الحديدية المكونة له وكيفية وصل بعضها ببعض



شكل (١٢)

تبين هذه الصورة المرحلة الثانية في انشاء القطار وفيها ترى النهايات الخشبية
وقد تم تثبيتها مؤقتا على الناسيه



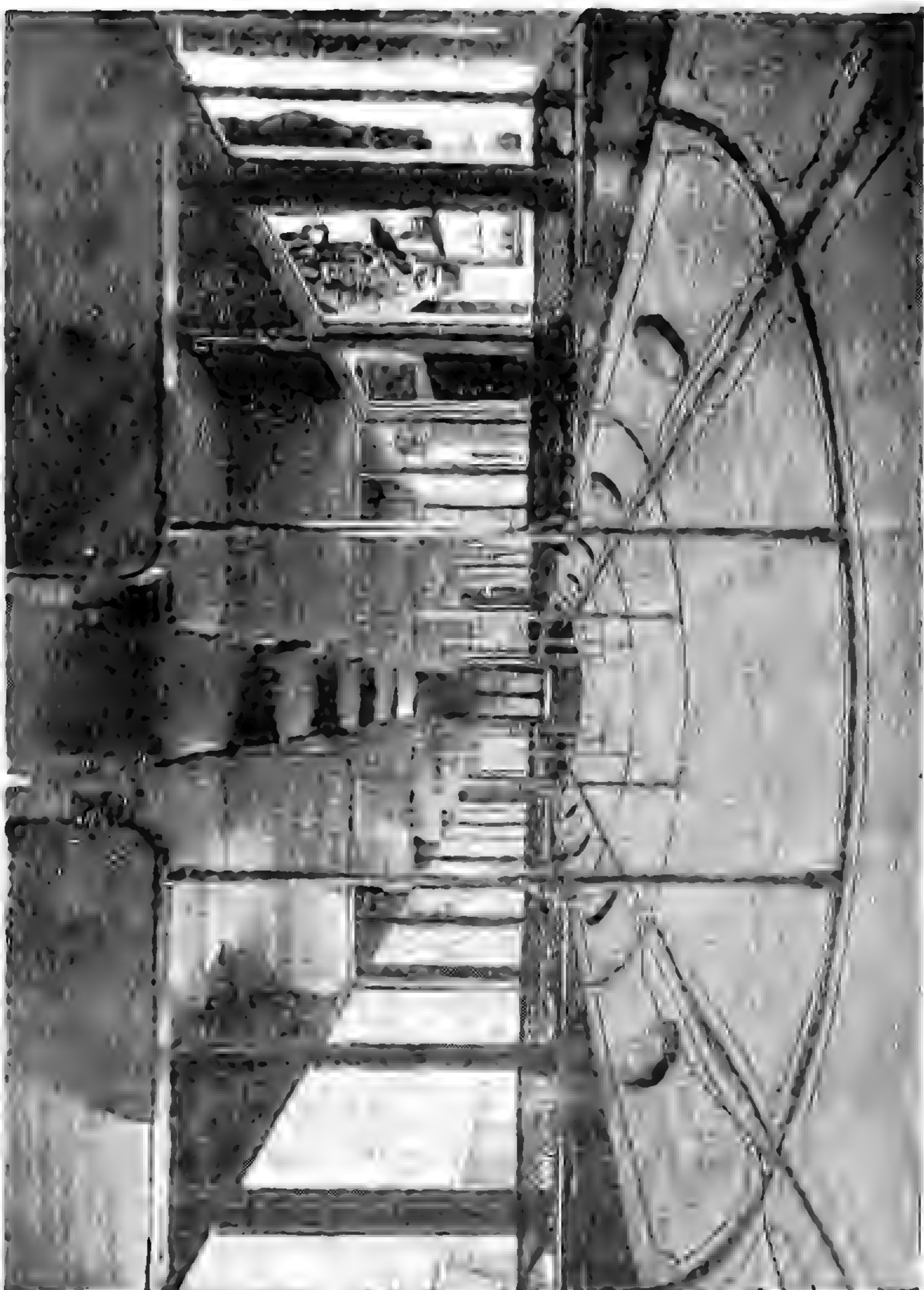
نكل (١٣)

تبين هذه الصورة المرحلة الثالثة في بناء القطار وفيها ترى قوائم الأجناب الخشبية وقد تم تثبيتها على أساسيه العربية كما ترى أيضا الأقواس الخشبية المكونة للسقف وكيفية تثبيتها كمرات الصلب وتشكل هذه الأقواس من ألواح خشبية بواسطة الجرار في أمران مخصصة لذلك



شكل (١٤)

القطار الكهربائي وقد تم تصميمه وإنشائه وتجربته بأيدى مصرية صميمه يخرج
للخدمة على الخط ويسع هذا القطار ٢٠٦ راكبا بمنتهى الراحة ووزنه فارغا ٤٨ طن
وبلغت نفقات تكاليفه ٥٣٠٠ جنيه مصرية في عام ١٩٣٧



شكل (١٥)

داخل مركزه الدرجة الأولى ،القطار وبعد بدون عقالة من أنظر بنيتها في العام كما أنها تعد مصرية للهامة والهندية
المصريين وتحت لنا إمكان قيامها بما يبدو مستجيلا إذا توفر لها التشجيع السكاني والتوجيه الصحيح .

٨ - نوع التيار الكهربائي المقترح استعماله والاسباب التي أدت إلى اختياره

أماننا الخيار بين أربعة أنواع من التيارات الكهربائية لتغذية هذه الشبكة من الخطوط الحديدية وجميع هذه الأنواع مستعملة في جهات مختلفة من العالم ولكل منها مزاياه وعيوبه .

أولاً - التيار المتردد ذو الوجه الواحد وضغط يتراوح بين ١٦٠٠ إلى ٦٠٠٠ فولت وذذبذبة تتراوح بين $16\frac{2}{3}$ و ٢٥ ذذبذبة في الثانية .

ثانياً - تيار متردد ذو ثلاثة أوجه وضغط يتراوح بين ٢٠٠٠ و ٥٠٠٠ فولت ٢٥ أر ٥٠ ذذبذبة في الثانية ذو سلكين هوائيين لكل من الوجهين والوجه الثالث بواسطة القضبان .

ثالثاً - تيار مستمر ذو ضغط متوسط يتراوح بين ٥٥٠ و ٧٥٠ فولت .
رابعاً - تيار مستمر ذو ضغط عال يتراوح بين ١٥٠٠ و ٣٠٠٠ فولت .

أولاً - التيار المتردد ذو الوجه الواحد

أهم مزايا هذا النوع من التيار الكهربائي أنه يسمح لنا باستخدام تيار ذو ضغط عال في سلك التروولي وبذلك لا يحتاج لعدد كبير من المحطات الفرعية ثم يمكننا بواسطة محولات كهربائية Transformers مركبة في القطار تحويل هذا الضغط العالي بطريقة اقتصادية إلى ضغط منخفض للمحركات (عادة ٣٠٠ فولت) .

ولكن عيوب هذا النوع من التيار هو زيادة حمل القطار بسبب المحولات الكهربائية الثقيلة الوزن وكذا وزن المحركات ذو الوجه الواحد وهي عادة أثقل من النوع الذي يعمل على التيار المستمر .

وعلاوة على ذلك فإن لهذا النوع من التيار تأثير سيء على أى خطوط سلكية للتليفونات أو التلغراف الموضوعة بالقرب من الخطوط التي تعمل

عليها وذلك بسبب الشرر الذى يتولد منها أثناء الدوران (ويلاحظ أن هذا التأثير لا يوجد فى حالة التيار المتردد ذو الثلاثة أوجه) .

كما أنه من أهم عيوب استعمال هذا النوع فى بلادنا هو صعوبة الحصول من أى مصدر خارجى على التيار اللازم لتشغيله لأنه سيسبب اختلال كبير فى الشبكة الكهربائية وبذلك سنضطر لتوليده أو لتحويله من الشبكات الحالية بواسطة محولات دائرة وجوده هذه المحولات منخفضة كما أنها مرتفعة التكاليف .

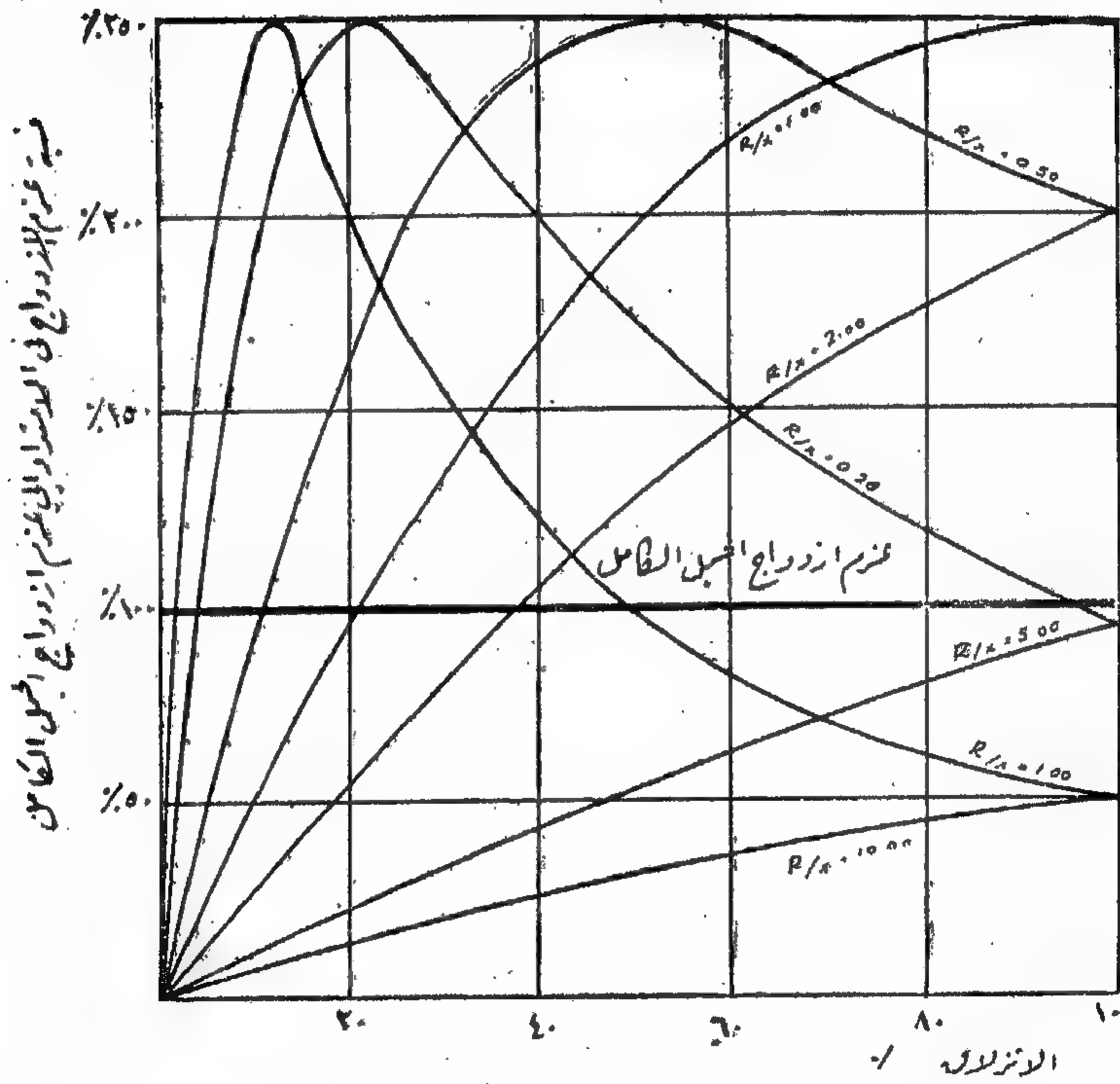
ثانياً — استخدام التيار المتردد ذو الثلاثة أوجه

لهذا النوع من التيار مزايا عظيمة جداً خصوصاً بعد الخطوات العظيمة التى تقدمها فى السنين الأخيرة وبهذه المناسبة يجدر بنا بالرغم من كل الحوادث ألا ننسى فضل إيطاليا فى هذا التقدم فلقد قامت من وسط الأمم تستخدم هذا النوع من التيار فى سككها الحديدية وأمكنها أن تدلل معظم العقبات التى قامت فى سبيل ذلك .

والتيار المتردد ذو الثلاثة أوجه المستعمل هو نفس التيار المولد فى المحطات الكهربائية فما علينا إلا تخفيض ضغطه العالى بواسطة محولات كهربائية ذات جودة كهربائية عالية ولا تحتاج لأى متاعب فى صيانتها بعكس التيار المستمر الذى يحتاج إما لمحولات دائرة (Rotary Converters) أو مقومات زئبقية (Mercury Arc Rectifiers) كما أن المحركات ذو الثلاثة أوجه كما نعلم لا تسبب أى متاعب فى صيانتها إذا قارناها بالمحركات ذو التيار المستمر لوجود عضو التوحيد (Commutator) بالآخيرة : وهذه هى الأسباب الوجيهة التى دعت السيد بك فهمى لأن يفاضل بين هذا النوع من التيار والتيار المستمر لكهربة خط حلوان لرخصه وخلوه من المتاعب كما سبق ذكره . ولكن فى الحقيقة أن هذا النوع إذا صلب لخط حلوان لقلّة عدد محطاته وطول المسافات بين المحطات وبعضها إلا أنه لا يصلح إذا ما فكرنا فى وصل حلوان بباقي الخطوط كخط المرج

مثلاً . لأن للتيار المتردد ذو الثلاثة أوجه في الخطوط ذات المسافات القصيرة عيوب كثيرة وأهمها :

أولاً — ضعف عزم الابتداء (Starting Torque) الذي لا يزيد عن مرتين ونصف عزم ازدواج الحمل الكامل في أحسن الحالات شكل (١٦)
أما في حالة التيار المستمر فإن عزم الابتداء يمكن أن يصل إلى ١٠ أضعاف عزم الحمل الكامل .



شكل (١٦)

نسبة عزم الازدواج الابتداء الى عزم الحمل الكامل في حال المحرك ذو الثلاثة أوجه

ثانياً — لانحصل من هذه المحركات على جودة كهربائية عالية إلا في سرعة قريبة من السرعة السنكرونية (Synchronous speed) أى في أعلا

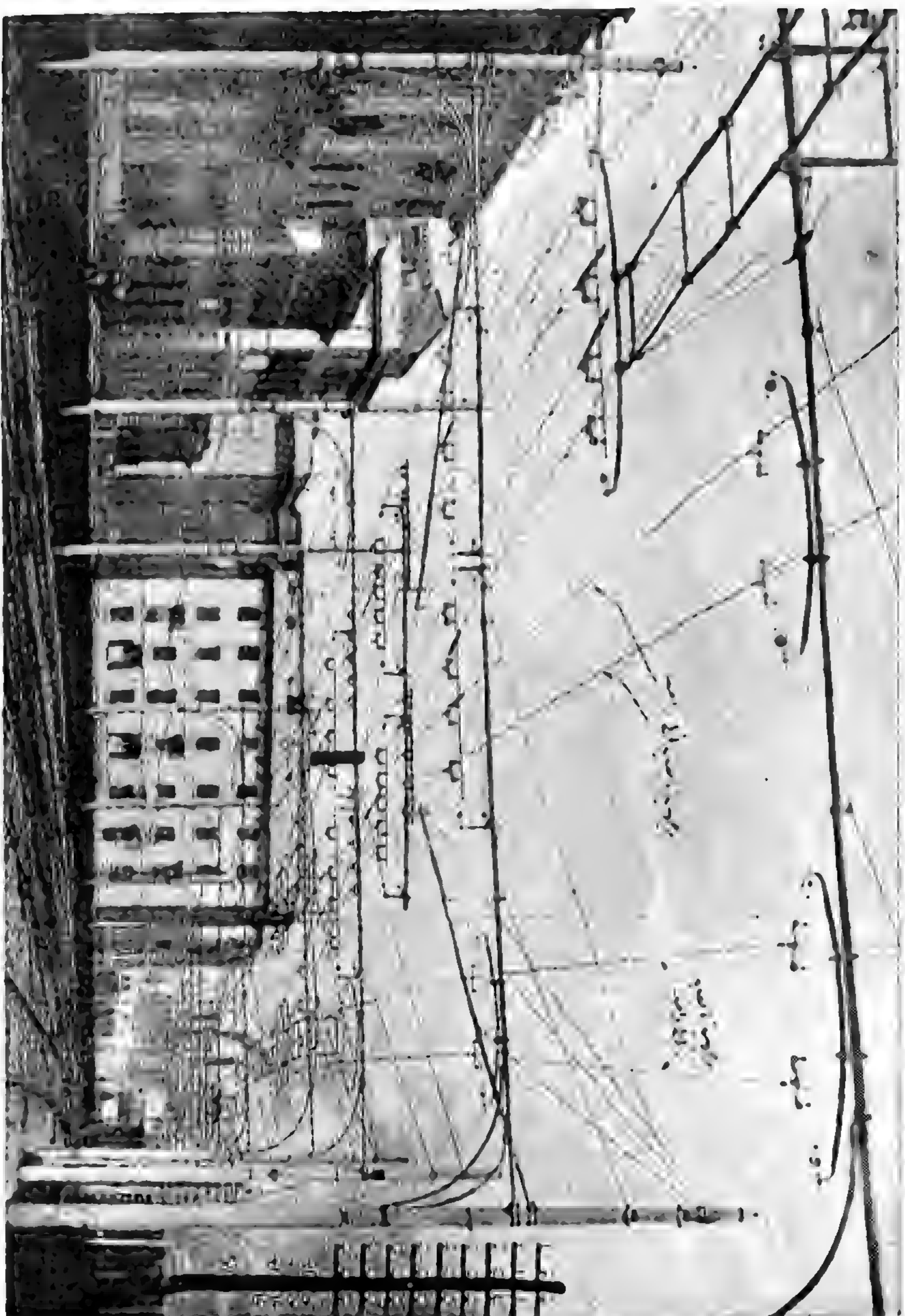
سرعته أما إذا حاولنا تحسين هذه الجودة في السرعة الأخرى فإنه لا يمكننا الوصول إلى ذلك إلا بطرق تكلف كثيرا مثل طريقة (Concatination)

ثالثا — وعلاوة على ذلك فإننا نضطر في هذا النوع من التيار إلى استعمال سلكين هوائيين واحد لكل من الوجهين ويتصل الوجه الثالث بواسطة القضبان وعلى ذلك فيستلزم الأمر اتخاذ الحيلة في عزل هذين السلكين . كما أن وجود السلكين يستلزم الكثير من الصعوبات ويؤدي إلى تعقيد الخط خصوصا عند الأبر والمواصلات كما يبدو لنا من الشكل (١٧)

ثالثا — استخدام التيار المستمر ذو الضغط المتوسط (٥٥٠ فولت) يعطينا التيار المستمر مزايًا عظيمة في السكك الحديد الكهربائية — فباستعمال المحرك على التوالي (Series Motor) يعطينا عزم ابتداء (Starting Torque) كبير نسبيا .

وتبلغ النسبة $\frac{\text{عزم الابتداء}}{\text{عزم الحمل الكامل}}$ من ٣ : ١٠ في حالة المحركات ذات العجلة الكبيرة بينما هذه النسبة لا تزيد عن ١,٥ : ٢,٥ في حالة المحركات ذات الثلاثة أوجه كما تقدم ذكره .

كما أن صيانة هذا النوع من المحركات أقل نفقات من المحركات ذو الوجه الواحد للتيار المتردد . على أنه قد يوجه بعض اللوم لهذا النوع من التيار بدعوى عدم إمكان استعماله في الأغراض الأخرى خلاف السكة الكهربائية ولكن إذا علمنا أنه حتى في حالة استعمال التيار المتردد سواء كان ذو وجه واحد أو ثلاثة أوجه يستلزم ذبذبة معينة (١٦٢ أو ٢٥ ذبذبة في الثانية) وهذه أيضا لا يمكن استعمالها في الأغراض الصناعية الأخرى إذ علمنا أنه مهما كان نوع التيار المستعمل للخط الكهربائي فإنه من النادر إمكان استعمال هذا التيار على حالته للأغراض الصناعية الأخرى .



شكل (١٧)
برينا هذا الشكل الصنومات في أعمال تعليق السلك الهوائي في حالة التيار المتردد ذو الثلاثة أوجه عند مناطق الخطوط

رابعاً — استخدام التيار المستمر ذو الضغط العالي

(١٥٠٠ الى ٣٠٠٠ فولت)

إلا أن استعمال التيار المستمر ذو الضغط المتوسط يسبب لنا صعوبات أخرى لأنه نظراً للقوة الكبيرة التي نحتاج إليها لدفع القطارات الكهربائية فإن شدة التيار تكون عالية جداً وعلى ذلك سنضطر لاستخدام مغذيات (Feeders) مقطعها كبير كما أننا نضطر لاستخدام عدد كبير من المحطات الفرعية وذلك لحفظ الضغط عند المنسوب الذي لا يجب أن يقل عنه في السلك الهوائى . على أنه يمكننا التغلب على هذه الصعوبات باستعمال التيار المستمر ذو الضغط العالي (١٥٠٠ — ٣٠٠٠ فولت) الذى خطى فى السنين الأخيرة خطوات واسعة جداً .

وإننى أعتقد أن الضغط الأنسب لحالتنا هو ٣٠٠٠ فولت تيار مستمر وذلك للأسباب الآتية :

(أ) يمكننا هذا الضغط من تخفيض عدد المحطات الفرعية إلى محطتين فقط وفى الأحوال القصوى إلى محطة واحدة وقد يبدو هذا العدد قليل ولكن سيزول عجبنا إذا علمنا أن فى إيطاليا يستخدم نفس هذا الضغط على خط تورينو — لانزو الذى يبلغ طوله ٤٤,٥ كيلو مترا وكذا على خط ميلانو — سارونو الذى يبلغ طوله ٤٤ كيلو مترا وكذا على خط اريزو — سنالونجا والذى يبلغ طوله ٤٠ كيلو مترا وكل ذلك مع استعمال محطة فرعية واحدة فقط . لكل من هذه الخطوط .

أما باستخدام ١٥٠٠ فولت فى حالتنا فسيضطرنا ذلك إلى إنشاء أربعة محطات فرعية على الأقل .

(ب) روى فى هذا الاختيار احتياجات المستقبل إذا ما فكرنا فى كهربة جميع الخطوط الحديدية فى القطر المصرى وقد بدأ يلوح ذلك اليوم فى

أفقنا وستشرق شمسه قريبا انشاء الله بتنفيذ مشروع توليد القوى الكهر بائية من خزان أسوان . وإنى أعتقد أن ضغط ٣٠٠٠ فولت تيار مستمر سيكون أنسب نوع لكهربية الخطوط الحديدية بالقطر المصرى إلا إذا ظهر تقدم جديد بإمكان استخدام ضغوط أعلا من ذلك وهذا ما سيكشف لنا عنه المستقبل القريب .

وستصمم محركات القطار على تيار ضغطه ١٥٠٠ فولت وسيوضع كل محركين معا على التوالى بصفة مستديمة أما المحركات المساعدة فى القطار اللازمة لتشغيل الفرامل وغير ذلك من الأجهزة فهذه تستخدم تيار ٣٠٠٠ فولت مباشرة .

٩ - طريقة نقل التيار الكهربائي من السلك الموصل الى القطار

توجد طريقتين لذلك :

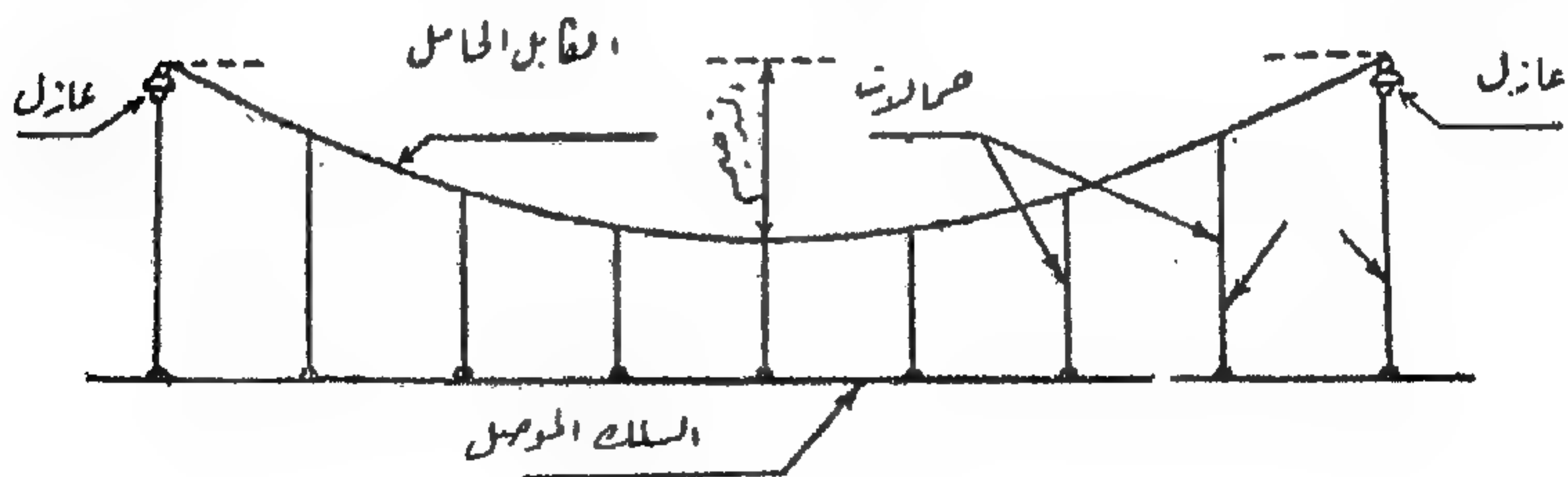
أولا - طريقة السلك الهوائى .

ثانيا - طريقة القضيب الثالث .

أولا - طريقة السلك الهوائى .

السلك الهوائى إما أن يكون :

- (أ) معلقا تعليقاً بسيطاً وذلك بتحميل السلك الهوائى على عازلات (Insulators) مثبتة على الأعمدة مباشرة على نحو ما نرى فى ترام مدينة القاهرة
- (ب) أو معلقاً بواسطة السلك السلسلى البسيط (Simple Catenary Wire) وفى هذه الحالة يستعمل كابل من الصلب كحامل لتعليق السلك الموصل المصنوع من البرونز المفسفر والذي يتصل به بواسطة حمالات تحفظ السلك الموصل فى وضع أفقى شكل (١٨) . ويستعمل هذا النوع من السلك الهوائى فى السرعة المتوسطة التى لا تستدعى تياراً قوياً للقطارات . وهو مستعمل على سكة إدارة النقل المشترك بالاسكندرية (سكة حديد الرمل الكهربائى سابقاً) فى الجزء من الخط الواقع بين محطة سيدى جابر ومدخل محطة الرمل .

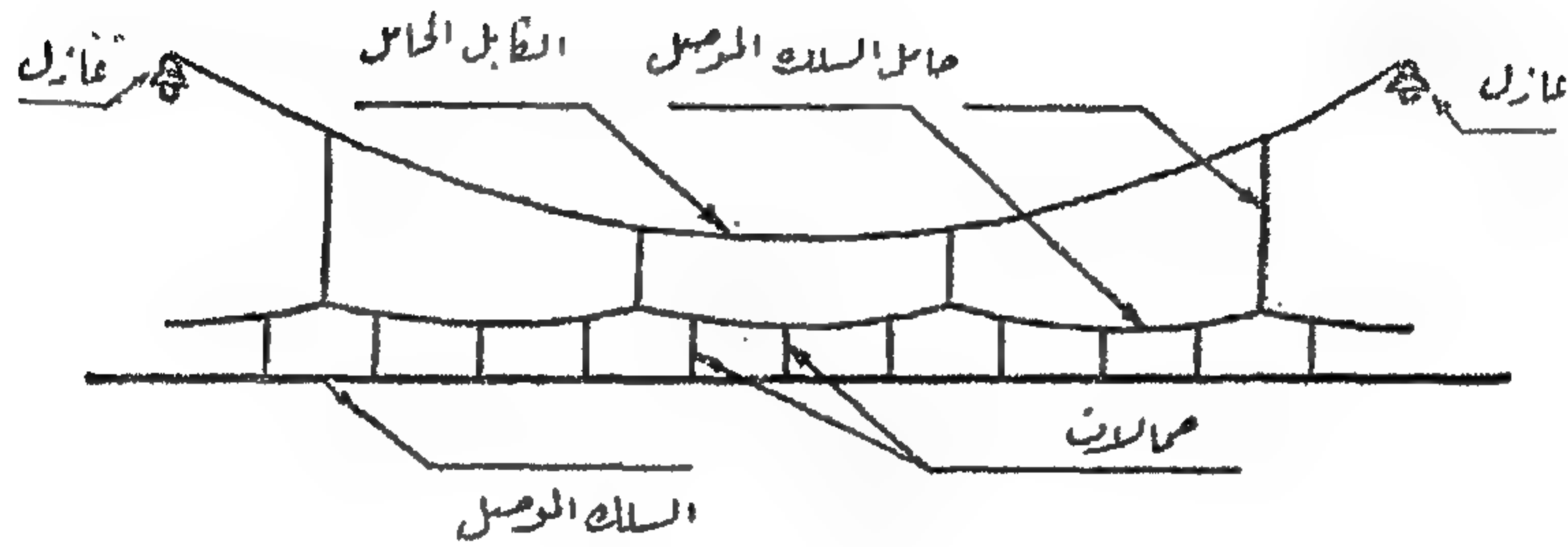


شكل (١٨)

نظام التعليق السلسلى البسيط للسلك الهوائى الموصل

(ج) أو معلقاً بواسطة السلك السلسلى المركب Compound Catenary

وفي هذه يستعمل سلكا ثانيا من الصلب لتحميل السلك السلسلي البسيط السالف ذكره كما هو مبين في الشكل رقم (١٩) ويستعمل هذا النوع من التعليق في الحالات التي تقتضى سرعة عالية وتيارات ثقيلة . وهذا النوع هو المستعمل في خط مترو مصر الجديدة .



شكل (١٩)

نظام التعليق السلسلي المركب للسلك الهوائي الموصل

وأهم مزايا التعليق السلسلي :

أولا — يحفظ دائما سلك التشغيل مستويا وبذلك يجعل الضغط بين عمود البرش والسلك الموصل ثابتا ولهذه الخاصية أهمية كبيرة في السرعة العالية .

ثانيا — إذا حدث أن قطع السلك الموصل لأي سبب من الأسباب فإن السلك الحامل يمنع من السقوط وبذلك تتلافى الحوادث التي تنتج من سقوط السلك الموصل واتصاله بالأرض .

ويستعمل مع السلك الهوائي البسيط اما عجلة التروللى أو القوس المجمع (Collecting Bow) كما يستعمل مع السلك السلسلي الباتتوجراف (Pantograph) كما في حالة مترو مصر الجديدة .

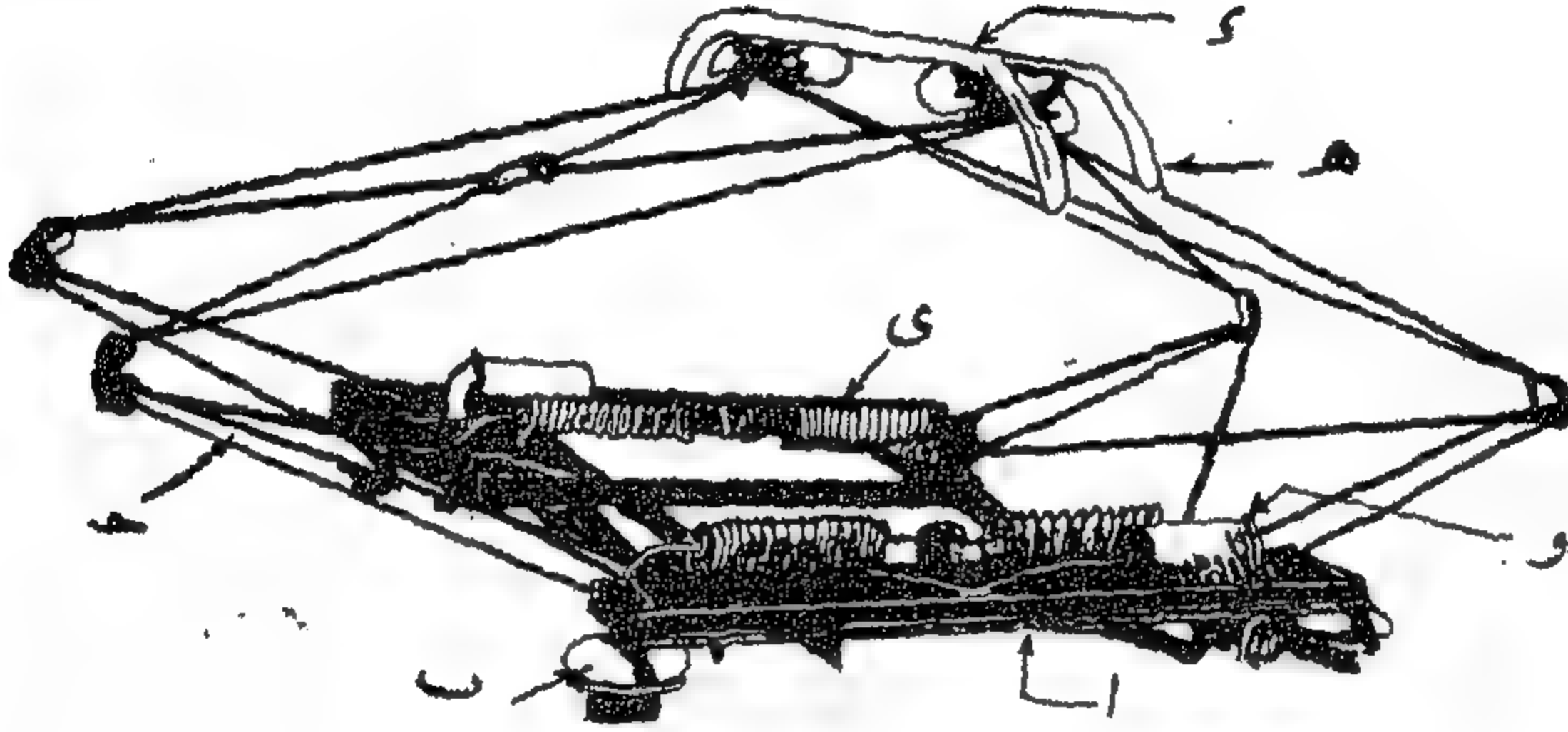


شكل (٢٠)

نظام الاعمدة والسلك الهوائي المقترح لخط حلوان - المرج
وهو قريب الشبه من نظام خط مترو مصر الجديدة

الباتتوجراف

يتكون الباتتوجراف انظر الشكل (٢١) من الأطار (أ) الذي يحمل الباتتوجراف ويثبت هذا الأطار على سطح القاطرة وإنما يعزل عنه بواسطة عازلات (ب) من الخزف. ومركب على هذا الإطار روافع (ج) مصنوعة من الأنابيب الصلب على هيئة مقص تتحرك لأعلى أو لأسفل بواسطة طائفة من المفصلات ومتصل بهذه الروافع يايات ضغط (د) وكذا أسطوانتان للهواء المضغوط (و)



شكل (٢١)

الباتتوجراف المجمع للتيار الكهربائي

وتحمل الروافع العليا واحد أو اثنين من أقواس جمع التيار الكهربائي (د). وهذه الأقواس مصنوعة من الصلب ومغطاة بصفائح من النحاس يمكن تغييرها في حالة تأكلها نتيجة لكثرة الاستعمال وهذه الصفائح تقوم بجمع التيار الكهربائي من السلك الهوائي. وينتهي القوس من طرفيه بقرنين (هـ) لتمنع تداخل القوس مع مهمات التعليق الهوائي في المنحنيات الحادة أو في حالة حدوث اهتزازات شديدة.

ويكون عادة الباتتوجراف في الوضع الأسفل وفي هذه الحالة تكون اليايات (د) مشدودة ولكن يعادل تأثيرها وزن أعضاء الباتتوجراف نفسه

وكذا اليايات المضادة الموجودة داخل اسطوانات الهواء المضغوط (و) .
ولكى يرفع الباتوجراف ليلس السلك الهوائى يطلق الهواء المضغوط
فى الاسطوانات (و) التى يعادل تأثيرها تأثير اليايات المضادة الموجودة
داخلها وعلى ذلك يأخذ الباتوجراف فى الصعود تحت تأثير اليايات (ى) التى
يتغلب تأثيرها فى هذه الحالة على وزن أعضاء الباتوجراف .

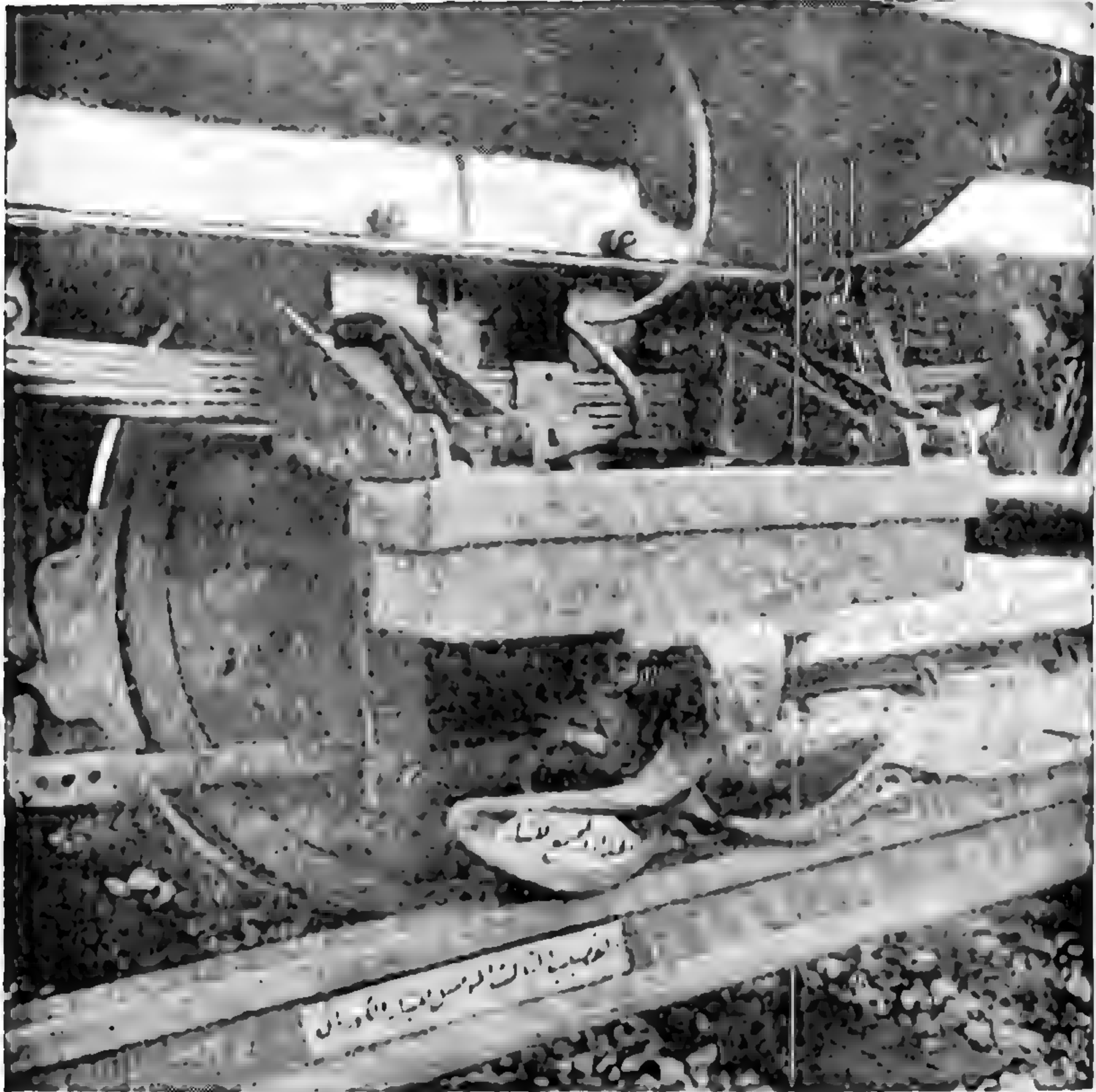
ويتراوح ضغط الباتوجراف على السلك الهوائى تبعاً لنوع التيار المستعمل
فى حالة التيار المستمر يتراوح هذا الضغط بين ١٢ و ١٤ كيلو جرام على أنه
فى أمريكا يصل هذا الضغط إلى ١٨ كيلو جرام . كما أنه يمكن له أن يجمع
تيار تصل شدته إلى ٢٠٠٠ أمبير بواسطة قوسين وذلك على سرعة تتراوح
بين ٨٠ و ٩٠ كيلو متراً فى الساعة . إلا أن التجارب الحديثة أثبتت أنه يمكن
مضاعفة شدة التيار السابق ذكرها .

ثانياً — طريقة القضيب الثالث

وهو عبارة عن قضيب من الصلب يدخل فى تركيبه عدة معادن تجعل
مقاومته الكهربائية منخفضة وهو معزول تماماً عن الأرض ومتصل بكابلات
التغذية ويوجد بالقطار حذاء مجمع (Collecting Shoe) شكل (٢٢) ينزلق
على هذا القضيب وبذلك ينقل التيار الكهربائى إلى القطار وأهم ميزة للقضيب
الثالث أنه يسمح لنا بنقل تيارات ذات شدة عالية لا يمكننا الحصول عليها فى
حالة السلك السلسلى ويستعمل فى ضغوط لغاية ١٢٠٠ فولت . ويستعمل
القضيب الثالث عادة فى نفق المترو وتحت الأرض (Underground System)
وأهم مزايا للقضيب الثالث :

١ — نظراً لمتانة تركيبه وثباته فإنه يسمح لنا بنقل تيارات ذات شدة
عالية وبسرعة عالية بدون حدوث أى شرر كهربائى .

٢ — لا يحتاج إلى أعمدة لتحميله كما فى حالة السلك الهوائى وهذه
الأعمدة علاوة على زحامها السكة الكهربائية فإنها فى بعض الأحيان تضيق



شكل (٢٢)

نظام توصيل التيار بواسطة القضيب الثالث والحذاء المجمع

أعمال الاشارات الضوئية . التي لها أهمية كبيرة في الخطوط ذات السرعة العالية .
ولكن للقضيب الثالث عيوب كثيرة إذا حاولنا استعماله في بلادنا :

(ا) نظراً لأن بلادنا زراعية فان القضيب الثالث عرضة لحوادث التماس (Short Circuit) من الحيوانات والمواشي والزواحف التي تعبر الخط في
نقط كثيرة يومياً .

(ب) في حالة غمر الخط بالسيول أو بالامطار وهذه تكثر كثيراً على
خط حلوان فانه لا يمكن استعمال القضيب الثالث لغمره بالمياه .

(ج) أنه يزحم الخط الحديدى وبذلك يصعب انزال أى مهمات على
جانبى الخط .

لكل هذه الأسباب فاننا نرى أفضلية استعمال السلك الهوائى السلسلى المركب

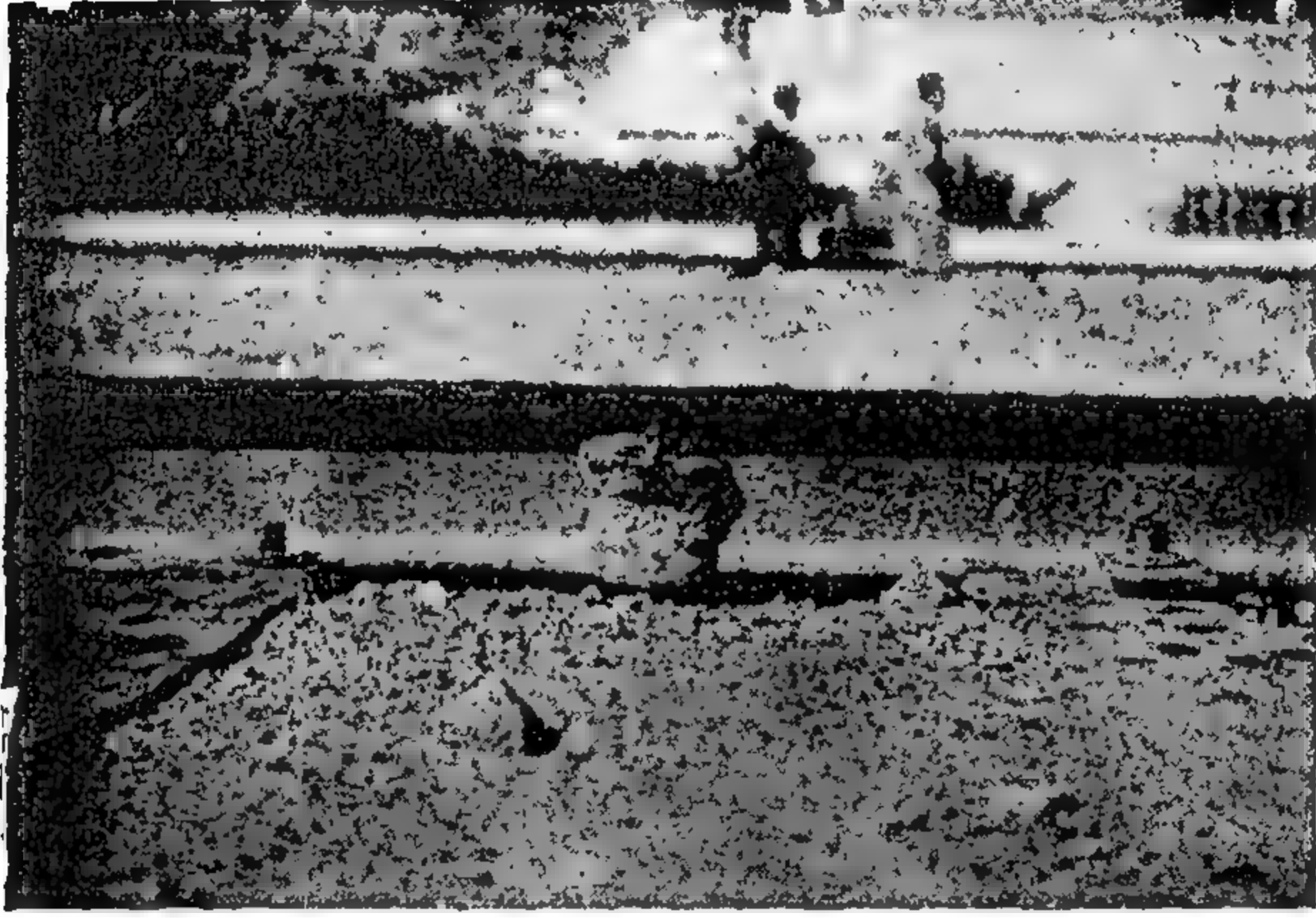
١٠ - التعديلات الواجب عملها في القضبان الحديدية

قد يظن البعض أن قضبان الخط الحديدى بوضعها الحالى يمكن أن تنفي بالغرض ولكن يجب أن نعلم أن هذه القضبان علاوة على حملها القطار فانها ستعمل أيضاً كموصل لتيارات العودة وهذه العملية تتطلب شروطاً اضافية وهى أن تكون مقاومة القضبان الكهربية أقل ما يمكن وذلك بلحام القضبان ببعض بطريقتة لحام الالومنيوم الحرارى (Thermite Welding) شكل (٢٣) على أطوال كبيرة ثم تترك ثغرات بين هذه الأطوال وذلك بوصلها ببعض بواسطة وصلات تمدد (Expansion Joints) كما نرى فى الشكل (٢٤) لتسمح للقضبان بالتمدد والانكماش تحت تأثير الحرارة .

فاذا لم تنجح فى تقليل المقاومة الكهربية للقضبان فلنا أن ننتظر شرود تيارات العودة من هذه القضبان واتخاذها طريقاً آخر لل محطات الفرعية وبذلك تتلف كل ما قد يقابلها فى طريقها فى باطن الأرض من مواد ومنشآت معدنية كأنابيب مياه أو غاز أو كابلات مدفونة فى الأرض .

والطريق الذى تأخذه تيارات العودة معقد جداً ويصعب التنبؤ به وذلك لأن المقاومة الكهربية بين القضبان والأرض من جهة وبين الأرض والمهمات المعدنية المدفونة فى باطن الأرض من جهة أخرى ليست ثابتة بل هى متغيرة بنسبة كبيرة جداً وتتوقف على عدة عوامل من الصعب تحديدها كما تتولد فى باطن الأرض جهود كهربائية نتيجة لعوامل أخرى لا تمت لتيارات عودة القضبان بصلة . على أنه يمكن القول بوجه عام أن أى مواسير أو كابلات أو مهمات أخرى مدفونة فى باطن الأرض تعتبر مهددة بالتآكل نتيجة للتحليل الكهربائى الناجم عن شرود تيارات العودة إذا بلغت الكثافة المتوسطة للتيار ٠,٧٥ مللى امبير لكل ديسمتر مربع عن سطح المواسير .

ونذكر على سبيل المثال أنه من الوجهة النظرية يكفى تمرير تيار قدره



شكل (٢٣)

وصلة قضيبين بطريقة لحام الالومنيوم الحرارية (بإدارة النقل المشترك بالاسكندرية)



شكل (٢٤)

وصلة تمديد (أوهيوبراس) (بقضبان ادارة النقل المشترك بالاسكندرية)

أمبير واحد لمدة ساعة ليحدث تآكلا في القطب الموجب المعدني مقدار ٠,٦٩٧ جراماً إذا كان ذلك القطب من الحديد و ٣,٨٥٨ جراماً إذا كان من الرصاص و ٢,٣٥٥ جراماً إذا كان من النحاس الخ .

أما في حالتنا فلنا أن نتوقع أن الطريق الذي سيتخذه في حالتنا هذه هو في الغالب نهر النيل وذلك بشروء التيار في المناطق التي يقترب فيها الخط من النهر وعودته في المناطق القريبة منه إلى المحطات الفرعية . ويوجد الكثير من أوجه الشبه بين هذا الخط وسكة حديد الرمل الكهربائية التي كما نعلم يسير خطها محاذياً للبحر الأبيض المتوسط ولقد اكتشفت أثناء خدمتي بالإدارة المذكورة أن التيار الكهربائي يترك القضبان ويشرد إلى البحر ثم يعود من طريق آخر غير ما نتوقعه كما هو مبين في الشكل (٢٥) والذي فيه يمكن تقسيم قضبان سكة حديد الرمل الكهربائية إلى منطقتين منفصلتين :

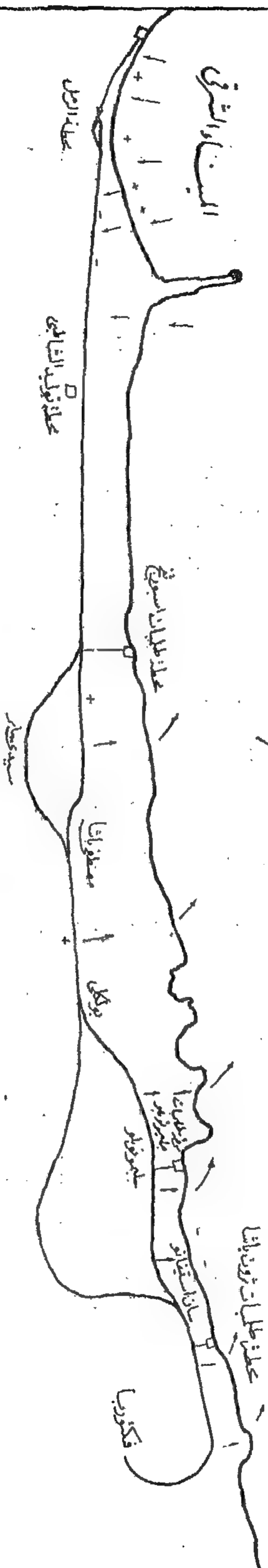
المنطقة الأولى — يكون جهد القضبان فيها موجبا بالنسبة للبحر وهذه تمتد من فيكتوريا إلى محطة سبورتنج أي يغادر التيار الكهربائي القضبان إلى البحر .
المنطقة الثانية — ويكون جهد القضبان فيها سالبا بالنسبة للبحر أي يتجمع التيار فيها ويعود ثانيا إلى القضبان وهذه تمتد من اسبورتنج إلى محطة الرمل . ويمكن اعتبار البحر في كلتا الحالتين أنه لوح لانهاى الحجم وأن مقاومته متناهية الصغر بحيث لا نخطئ إذا اعتبرناها صفر أوهم .

ولقد كان لهذه النتائج التي توصلت إليها عام ١٩٣٨ دهشة كبيرة في الأوساط الهندسية ولم يقبل الكثير من زملائي الاقتناع بها إلى أن اطلعوا على ماسجلته آلات القياس الكهربائية في الأماكن المختلفة بالقرب من البحر .

المستوصط

الأبيض

البحر



خريطة تبين خط سريان تيار العودة من قصبان ملحة ذيل الرمل الكهر بائس

شكل (٢٥)

شروع تيار العودة من قصبان سكة حديد الرمل الكهر باقية الى البحر الأبيض المتوسط وطرق عودته تانيا الى القصبان

الانظمة المختلفة المتبعة في بلاد العالم

لمقاومة شرود تيارات العودة من القضبان

ولما كان شرود تيارات العودة يتوقف على الفرق في الجهد الكهربائي بين القضبان والأرض فلقد قامت الدول المختلفة تضع قيودا لهذا الفرق . ففي فرنسا مثلا حدد أقصى جهد بين القضبان والأرض لغاية ١٠ فولت ومع تقدم استعمال الجر الكهربائي وجد أن هذه النسبة عالية فخفضت إلى ٧ فولت ثم إلى ٥ فولت وأخيرا وصلوا إلى قاعدة الفولت الكيلومتري (Règle du Volt Kilométrique) وبمقتضى هذه القاعدة لا يسمح في أن يتعدى الفرق في الجهد الكهربائي بين أى نقطتين على القضبان بأكثر من فولت واحد لكل كيلو متر وذلك في المناطق داخل المدينة على أن يسمح بزيادته إلى فولتين لكل كيلو متر في المناطق خارج المدينة .

وفي ألمانيا يتبع عدم زيادة فرق الجهد الكهربائي المتوسط بين أى نقطتين ينتميان لشبكة ترام داخل المدينة قطرها كيلو مترين عن ٢,٥ فولت وفي الخطوط خارج هذه الشبكة يسمح بفرق في الجهد الكهربائي قدره فولت واحد لكل كيلو متر واحد من طول القضبان .

أما في أمريكا وسويسرا فلم تقيد الحكومات شركات النقل الكهربائي بأى قيود ولكنها تحمل هذه الشركات مسؤولية أى أعطاب تحصل إذا ثبت أنها ناشئة عن التيارات الشاردة من قضبان خطوطها الكهربائية .

وعلى ذلك فيجب أن نعمل جهدنا لتقييد المقاومة الكهربائية بين القضبان الحديدية ومحطات التغذية لأقل حد ممكن وذلك بطريق اللحام الألومنيوم الحرارى وكذا مراعاة الدقة في تصميم مقطع مغذيات العودة (Return Feeders) وكذا بنقط وصلها بالقضبان

١١ — طريقة احتساب قوة المحركات اللازمة للقطارات

قبل أن نبدأ باحتساب قوة المحركات اللازمة للقطار يجب علينا أن نبدأ بدراسة سير القطار بين المحطات وذلك بدراسة منحنى السرعة — الوقت الخاص بذلك القطار ثم بمعرفة خواص المحركات التي سنستخدمها فانه يمكننا احتساب القوة اللازمة وبالتالي الطاقة الكهربائية .

منحنى السرعة — الوقت لقطار كهربائي :

في هذا المنحنى يمثل الاحداثى الرأسى السرعة والاحداثى الأفقى الوقت وعلى ذلك فانه يمكن تقسيم سير القطار الكهربائي بين أى محطتين متتاليتين إلى أربعة مراحل .

المرحلة الأولى — فترة العجلة (Accelerating Period) :

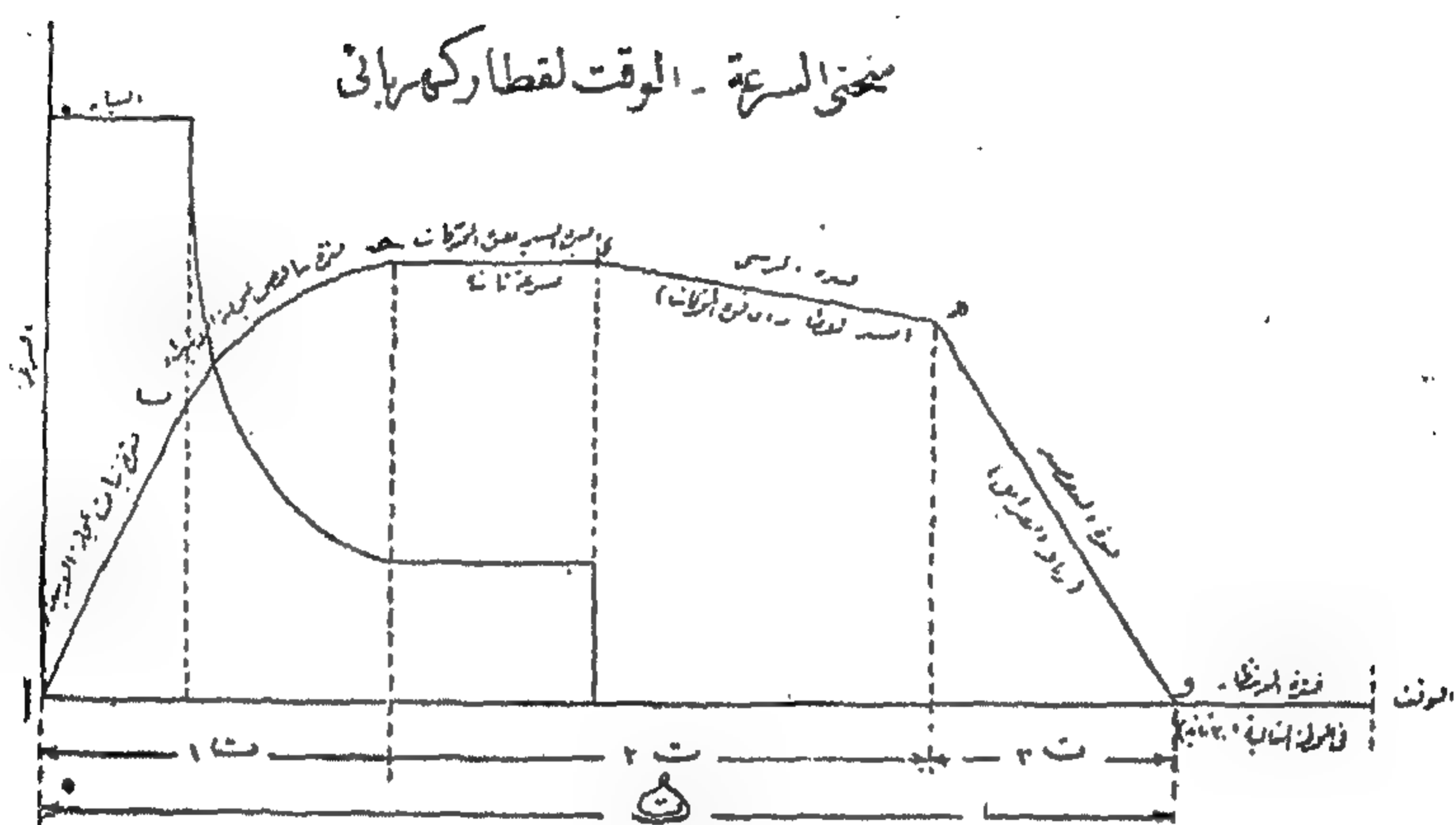
وتبدأ من اللحظة التي يشرع فيها القطار في التحرك من حالة السكون من النقطة (١) على المنحنى شكل (٢٦) بعجلة ثابتة إلى النقطة (ب) وفي هذه الفترة يزداد الضغط الكهربائي على المحركات زيادة تصاعدية بسبب تخفيض مقاومة بدء الحركة تدريجياً إلى أن تخرج هذه المقاومة من الدائرة تماماً عند النقطة (ب) ثم تأخذ العجلة تدريجياً تقل من (ب) إلى النقطة (ح) حيث تصل السرعة إلى أقصاها — وذلك لبقاء الجهد الكهربائي على المحركات ثابتاً ولكن نظراً لازدياد القوة الدافعة الكهربائية المضادة المولدة في المحركات تبعاً لزيادة عدد اللفات فاننا نلاحظ أن التيار الكهربائي يقل تدريجياً وبالتالي عزم الازدواج المتولد (Drivring Torque) وعجلة القطار .

المرحلة الثانية — فترة السير بقوة المحركات بالسرعة القصوى :

تبدأ هذه المرحلة من وصول القطار إلى سرعته القصوى حيث يظل القطار سائراً بقوة محركاته وتظل سرعته ثابتة طوال هذه الفترة إلى (و) عندما يقترب القطار من المحطة التالية حيث يقطع التيار الكهربائي عن المحركات

المرحلة الثالثة — فترة المرسى (Coasting Period) :

وتبدأ من اللحظة (و) التي يقطع فيها التيار عن محركات القطار ليسير بقوة اندفاعه بدون أى قوة محرّكة إلى النقطة (هـ) وتسمى هذه الفترة مدة المرسى .



شکل (۲۶)

منعني السرعة — الوقت لقطار كهربائي

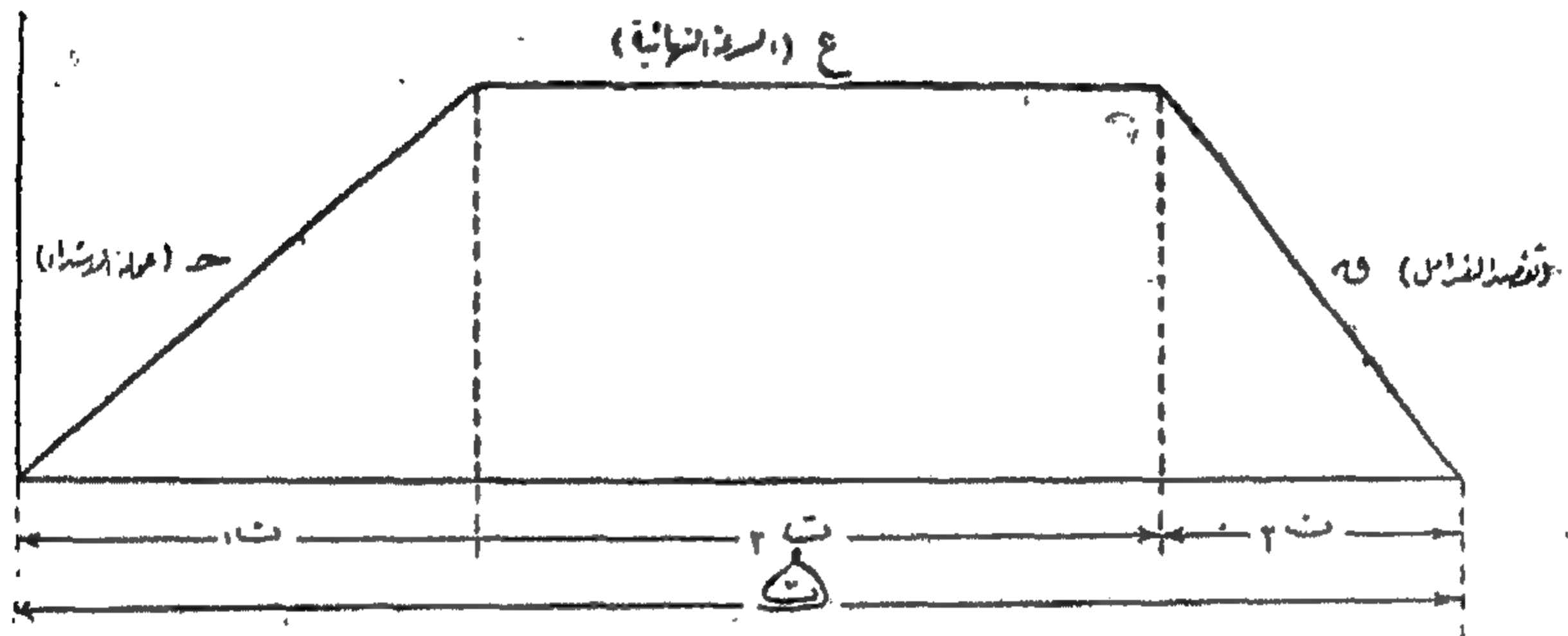
ويلاحظ أن في هذه الفترة تأخذ سرعة القطار في الانخفاض تدريجياً وذلك لتسلط عوامل المقاومة الدائمة عليه بينما لا توجد أى قوة محرّكة للتغلب عليها.

المرحلة الرابعة — فترة الضرملة :

وتبدأ من النقطة (هـ) على المنحنى عندما يبدأ السائق فى فرملة القطار
للحد من سرعته ثم إيقافه تماما فى المحطة — النقطة (و) .
وبعد أن ينتظر القطار فترة الانتظار فى المحطة التالية (وقدرها ٢٠ ثانية
لخطوط الضواحي) يبدأ فى السير ثانية ليعيد نفس المراحل السابق ذكرها
وهلم جرا .

تبسيط العلاقة بين المقادير الرئيسية في منحني السرعة — الوقت

من الممكن تبسيط منحني السرعة الوقت شكل (٢٦) وذلك باعتبار أن العجلة (ح) تظل ثابتة أثناء مدة القيام ت ١ وكذا التقصير (ق) أثناء فترة ربط الفرامل ت ٣. كما أن سرعة القطار ع تظل ثابتة في كل من المرحلتين الثانية والثالثة وبذلك تحصل على الشكل المبين في رقم (٢٧)



شكل (٢٧)

منحني السرعة — الوقت المبسط

وفي هذا الشكل :

ح = عجلة الابتداء وهي ثابتة في فترة القيام ت ١

ع = السرعة النهائية وهي ثابتة في الفترة ت ٢

ق = تقصير الفرامل وهو ثابت أثناء ربط الفرامل في الفترة ت ٣

ف = المسافة المتوسطة بين محطتين متتاليتين

وعلى ذلك فإن المسافة ف = مساحة الشكل رقم (٢٧)

$$ف = \frac{1}{2} ع ت ١ + ع ت ٢ + \frac{1}{2} ع ت ٣$$

$$\text{ولكن } ع = ح \times ت ١ = ق \times ت ٣$$

$$\therefore ت ٣ = ت ١ \times \frac{ح}{ق}$$

وكذلك $\hat{c} = t + 2t + 3t$

$$2t = \hat{c} - (t + 3t) = \hat{c} - 4t$$

$$\therefore f = \frac{1}{2}jt + \frac{1}{2}jt, [\hat{c} - (t + 3t)]$$

$$+ \frac{1}{2}jt \times \frac{1}{2}jt$$

$$= \frac{1}{2}jt + \frac{1}{2}jt, [\hat{c} - (t + 3t)] + \frac{1}{2}jt \times \frac{1}{2}jt$$

$$= \frac{1}{2}jt + \frac{1}{2}jt - \frac{1}{2}jt - \frac{1}{2}jt + \frac{1}{2}jt \times \frac{1}{2}jt$$

$$= -\frac{1}{2}jt + \frac{1}{2}jt - \frac{1}{2}jt + \frac{1}{2}jt$$

$$t \left(\frac{1}{2}jt + \frac{1}{2}jt \right) - \frac{1}{2}jt = f = \text{صفر}$$

$$\hat{c} \pm \sqrt{(\hat{c})^2 - \left(\frac{jq + j^2}{2} \right) f}$$

$$= t \frac{(\hat{c} \pm \sqrt{(\hat{c})^2 - \left(\frac{jq + j^2}{2} \right) f}}{\left(\frac{jq + j^2}{2} \right)}$$

حساب المقادير الرئيسية في منحني السرعة - الوقت المبسط

طول الخط كله = ٤٢ كيلومترا (حلوان ٢٥ كم - المرج ١٤ كم - الوصلة ٣ كم)

عدد المحطات = ١٠ خط حلوان

١٢ خط المرج

٤ الوصلة بين الخطين

٢٦ محطة

$$\text{المسافة المتوسطة بين أي محطتين} = \frac{٤٢ \text{ كم} \times ١٠٠٠ \text{ متر}}{٢٦ \text{ محطة}} = ١٦٠٠ \text{ مترا تقريبا}$$

$$\text{السرعة المتوسطة للخط كله} = ٥٠ \text{ كيلومتر في الساعة}$$

وعلى ذلك يقطع القطار المسافة كلها في $\frac{4}{5} \times 60 = 48$ دقيقة

متوسط الفترة التي يقضيها القطار بين محطتين $= \frac{٥٦ \text{ دقيقة} \times ٦٠ \text{ ثانية}}{(٢٦ - ١) \text{ محطة}}$

$$١٣٥ = \frac{٣٣٦٠}{٢٥} = \text{ثانية}$$

تشمل هذه الفترة المراحل الآتية :

(١) مرحلة العجلة

(ب) السير بقوة المحركات ولكن بدون عجلة

(ج) السير الحر (بدون محركات)

(د) الفرامل

(هـ) فترة الانتظار في المحطة الثانية (وقدرها ٢٠ ثانية لخطوط الضواحي)

وعلى ذلك فإن الوقت الذي يقطعه القطار في التحرك بين أى محطتين متتاليتين

$$= ١٣٥ - ٢٠ = ١١٥ \text{ ثانية}$$

فاذا علمنا أن :

$$ف = ١٦٠٠ \text{ مترا}$$

$$ح = ٠,٨ \text{ مترا في الثانية في الثانية .}$$

$$ق = ١,٢ \text{ مترا في الثانية في الثانية .}$$

$$ت = ١١٥ \text{ ثانية .}$$

فبالتعويض في القانون المبين بعاليه نجد أن :

$$ت = \frac{ج ت \pm \sqrt{ج ت^2 - ٤ \left(\frac{ج ق + ج^2}{ق^2} \right) ف}}{\left(\frac{ج ق + ج^2}{ق^2} \right) \times ٢}$$

$$= \frac{١٦٠٠ \times \left(\frac{٠,٨ + ١,٢ \times ٠,٨}{١,٢ \times ٢} \right) - \sqrt{١١٥^2 - ٤ \left(\frac{٠,٨ + ١,٢ \times ٠,٨}{١,٢ \times ٢} \right) ١٦٠٠}}{\left(\frac{٠,٨ + ١,٢ \times ٠,٨}{١,٢ \times ٢} \right) \times ٢}$$

$$\frac{1600 \times \frac{2}{3} \times 4 - 8464 \sqrt{\pm 92}}{\left(\frac{0,64 + 0,96}{1,2} \right)} =$$

$$\frac{2}{3} \times \left(\frac{4267 - 8464 \sqrt{\pm 92}}{1,2} \right) =$$

$$\frac{2}{3} (64,0 \pm 92) =$$

$$= 117,0 \text{ ثانية أو } 20,0 \text{ ثانية}$$

والاصح في حالتها هوت $= 20,0$ ثانية

$$\text{وعلى ذلك فان ت} = \frac{2 \times 1}{3} = \frac{2}{3} \times \frac{41}{2} = \frac{2}{3} \times 20,5 = 13,6 \text{ ثانية}$$

$$\text{ت} = 6 = 110 - \left(13,6 + 20,5 \right)$$

$$= 110 - 34 = 76 \text{ ثانية}$$

$$\text{ع} = 6 \times \text{ت} = 1$$

$$= 0,8 \times \frac{41}{2} = 16,4 \text{ مترا في الثانية}$$

$$= \frac{3600 \times 16,4}{1000} = 59 \text{ كيلومترا في الساعة}$$

عوامل المقاومة ضد الجر

عند جر أى قطار على خط حديدى نصطدم بعوامل المقاومة الآتية :
أولا — المقاومات الدائمة : وهى التى تقاوم القطار بصفة مستديمة أينما
سار وهذه تشمل :

- (أ) مقاومة القضبان للعجل .
- (ب) المقاومة الذاتية للقطار والعربات وهى تشمل مقاومة المحاور على الكراسى
- (ح) مقاومة الهواء لسطح القطار المعرض له .

ثانيا — المقاومات العرضية : وهى المقاومات التى قد تعترض سير القطار
لفترة محدودة وهذه تشمل :

- (أ) مقاومة الجاذبية فى الميول والمنحدرات .
- (ب) مقاومة المنحنيات فى الخط .
- (ح) أى مقاومة عرضية أخرى كالأمطار والسيول والزوابع الرملية الخ

والآن سنحسب كل منها على حدة :

أولا — المقاومات الدائمة

(أ) مقاومة القضبان للعجل : تعتبر هذه المقاومة إلى حد ما مستقلة
وغير متأثرة بسرعة القطار — وتتناسب تناسبا طرديا مع الوزن (و) المحمل
على العجلات كما تتناسب تناسبا عكسيا مع نصف قطر عجلة القطار (و)
(انظر الشكل ٢٨)

$$\text{وعلى ذلك فإن مقاومة القضبان} = \text{ف} \times \frac{\text{و}}{\text{نق}}$$

حيث ف = معامل الاحتكاك

و نق = نصف قطر العجلة .

فان الشغل الذى يحدث من دوران العجل لفة كاملة $= ٢ ط \times س$
 $\times ف (و - و)$

وفى أثناء دوران العجل دورة كاملة تكون العربى قد قطعت $٢ ط تق$
 من وحدات الطول .

$$\frac{٢ ط س \times ف \times (و - و)}{٢ ط س} = \text{وعلى ذلك فان الشغل لكل وحدة طول}$$

$$= ف \times (و - و) \times \frac{س}{س}$$

وقد وجد بالتجربة أن ف معامل الاحتكاك بين الكرسى والمحور
 $= \frac{١}{٧}$ فى حالة الكراسى العادية (غير رولمان البيل)

$$\text{وكذلك تتراوح النسبة } \frac{س}{س} \text{ بين } \frac{١}{٦} \text{ و } \frac{١}{١١}$$

$$\text{وعلى ذلك فان المعامل } (ف \times \frac{س}{س})$$

$$\text{يتراوح بين } \frac{١}{٦٣} \text{ و } \frac{١}{٧٧}$$

أى بين ١,٤ و ٢,٤ كجم للطن الواحد

أما فى حالة كراسى رولمان البيل فان المعامل ينخفض إلى $ف = ٠,٠٠٢$

$$\text{وعلى ذلك فان القيمة } ف \times \frac{س}{س} = ٠,٢ \text{ إلى } ٠,٣ \text{ كجم للطن الواحد}$$

فى حالة كراسى رولمان البيل .

(ح) مقاومة الهواء

لنفرض أن س مساحة الجزء المعرض من القطار للهواء بالأمطار المربعة
 وأن ع سرعة القطار بالأمطار / ثانية .

وأن ث معامل مقاومة الهواء لوحدة مساحة السطح .
وعلى ذلك فإن مقاومة الهواء = س × ث × ع^٢
وتنخفض هذه القيمة إلى النصف إذا كان السطح المعرض للهواء انسيابي
(Streamlined) وذلك بجعل دورانه على شكل قطع مكافئ (Parabolic)

المعادلات العملية لاحتساب مجموع المقاومات الدائمة

ولقد أمكن بالتجربة إيجاد معادلات عملية (Emperical) يمكن بواسطتها
احتساب مجموع المقاومات الدائمة وأشهر هذه المعادلات هي الآتية :

معادلات سازين (Sazin)

$$\begin{aligned} \text{لقطارات البضاعة م} &= ١,٨ + ٠,٠٠١ ع^٢ \\ \text{لقطارات الركاب (ذات محورين) م} &= ١,٦ + ٠,٠١٨٤ ع + ٠,٠٠٤٦ ع^٢ \\ \text{لقطارات الركاب (ذات أربعة محاور) م} &= ١,٦ + ٠,٠٠٤٥٦ ع + ٠,٠٠٠٤٥٦ ع^٢ \end{aligned}$$

حيث م = مجموع المقاومات الدائمة بالكيلوجرام لكل طن
ع = سرعة القطار بالكيلومترات في الساعة .

معادلة ستراهل (Strahl)

$$م = ٢,٥ \frac{س}{و} \left(\frac{ع}{١٠} \right)^٢$$

حيث م = مجموع المقاومات بالكجم لكل طن
س = المساحة المعرضة للهواء بالأمتار المربعة
و = وزن القطار بالطن
ع = السرعة بالكيلومترات في الساعة

معادلة باربير (Barbier)

$$م = ١,٦ + ٤٦,٠٠٠ ع٢ + ٤٠,٠٢٣ ع٣$$

معادلة بوريس (Borris)

$$م = ١,٥ + ١٢,٠١٢ ع٢ + (٠,٢ + \frac{٣}{١٠٠٠} ع٣)$$

وفي هذه المعادلة و = وزن العرببة بالطن

وتستخدم السكك الحديد السويسرية المعادلة الآتية :

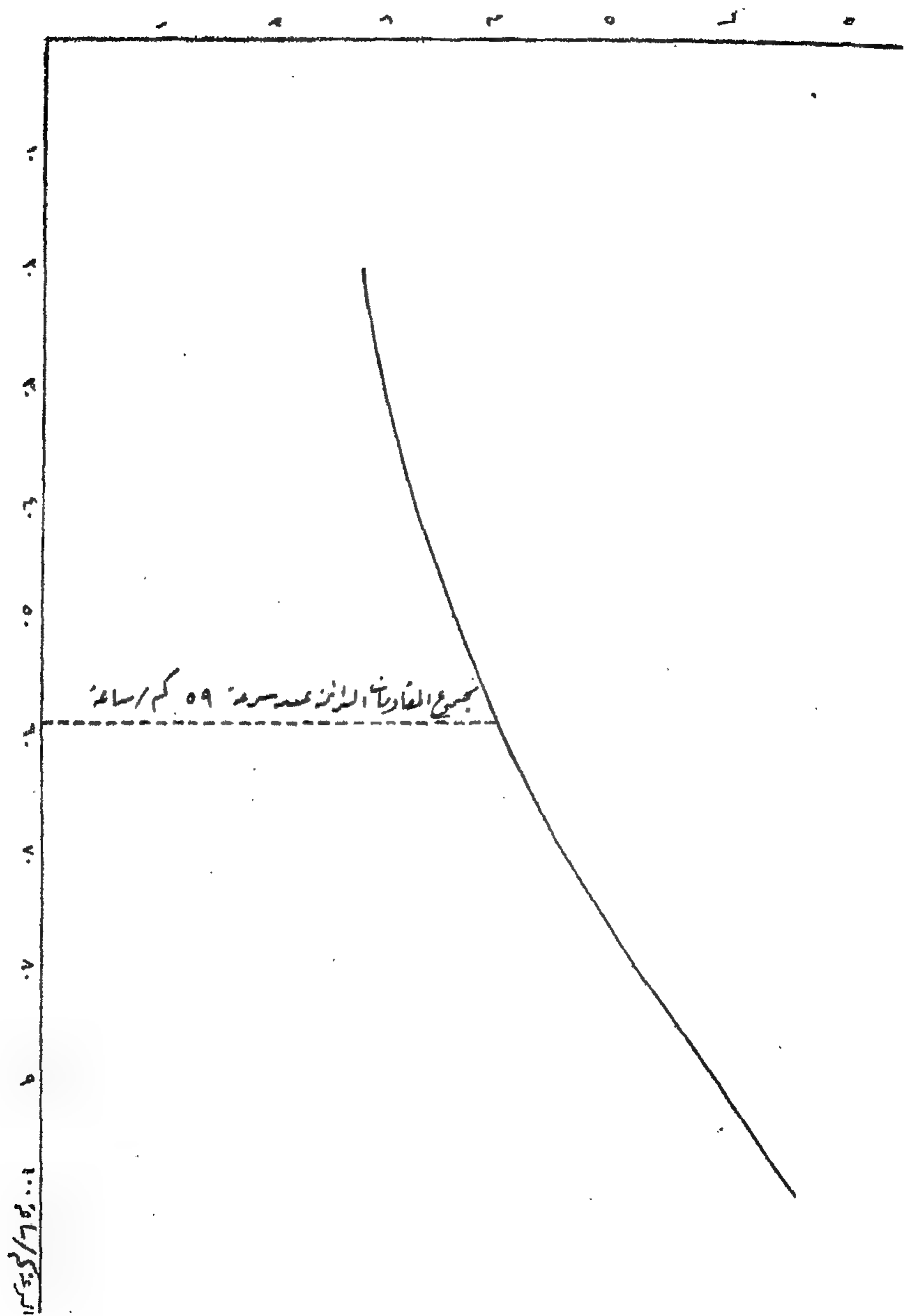
$$م = ٢,٥ + ٣,٠٠٠ ع٢ + ٠,٠٥٤ \frac{ع٣}{و}$$

وفي هذه المعادلة و = وزن القطار بالطن .

وبمحاولة مقارنة أى من هذه المعادلات مع الأخرى سنجد بلا شك بعض الاختلافات قد تصل فى بعض الأحيان إلى مقادير عالية . وأسباب ذلك هو اختلاف الظروف والملايسات التى أجريت فيها التجارب المختلفة ولكن من الممكن أن نصل إلى حل وسط وذلك باستخدام الجدول الآتى (انظر الشكل رقم ٣٠)

مقاومة الجر الدائمة كجم / طن	السرعة كم / ساعة
ضعيفة جدا	صفر — ١٠
	١٠ — ٢٠
٢,٨٢ إلى ٣,٠٢	٢٠ — ٣٠
٣,٠٢ إلى ٣,٣٢	٣٠ — ٤٠
٣,٣٢ إلى ٣,٦٦	٤٠ — ٥٠
٣,٦٦ إلى ٤,١٠	٥٠ — ٦٠
٤,١٠ إلى ٤,٦٢	٦٠ — ٧٠
٤,٦٢ إلى ٥,٢٢	٧٠ — ٨٠
٥,٢٢ إلى ٥,٩٧	٨٠ — ٩٠
٥,٩٧ إلى ٦,٦٦	٩٠ — ١٠٠

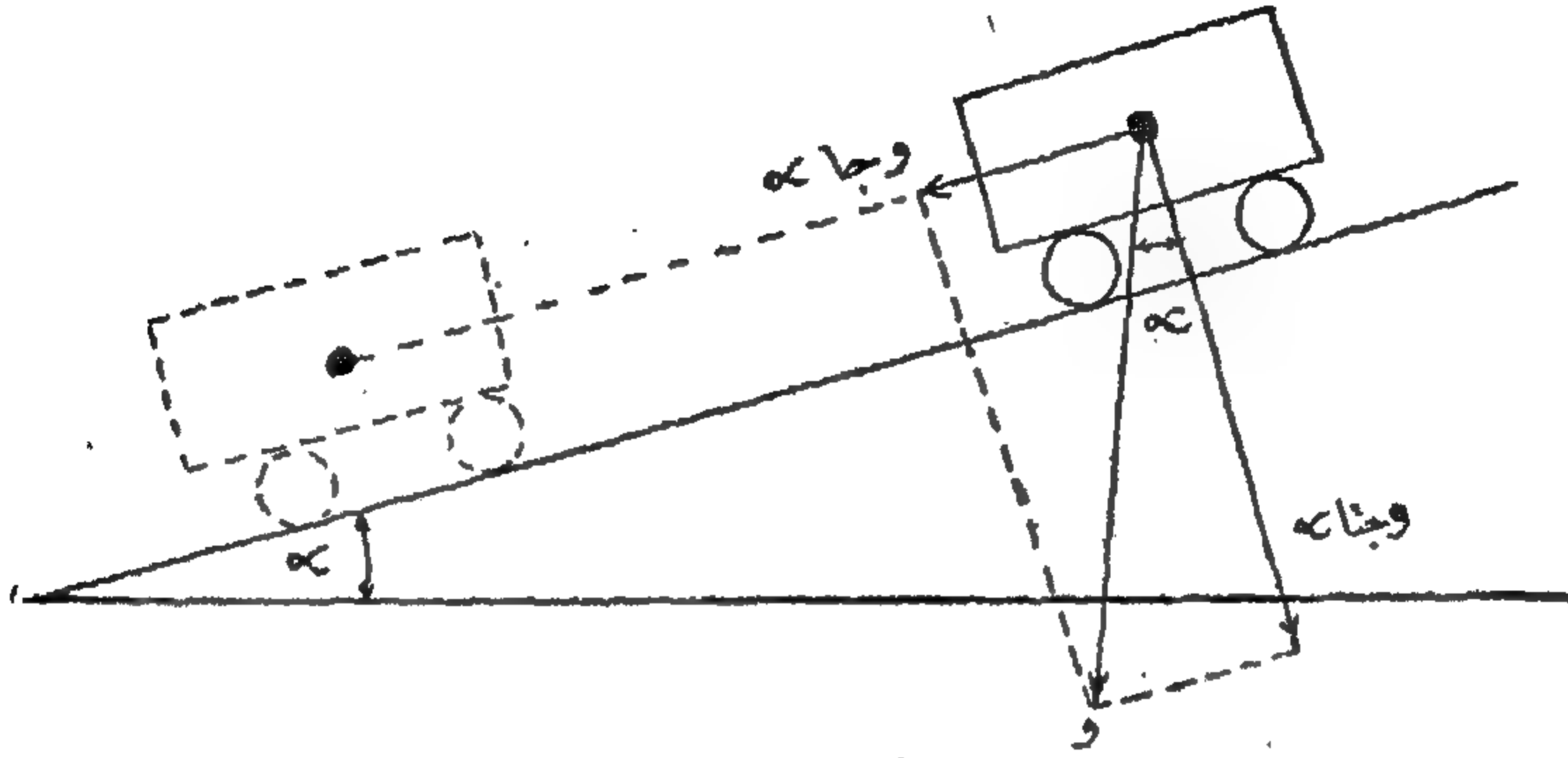
مجموع المقاومات الدائمة بالكجم للطن الواحد



شكل (٣٠)
مجموع مقاومات الجر الدائمة في السرعة المختلفة للقطار الكهربائي

(١) مقاومة الجاذبية في المنحدرات والميول :

لنفرض أن عربة تصعد منحدرًا ميله α شكل (٣١)



شكل (٣١)

مقاومة الجاذبية الأرضية في الميول

فمن الممكن تحليل وزن العربة و إلى مركبتين أحدهما و جتا α في اتجاه عمودي على المنحدر والآخرى و جا α في اتجاه مواز للمنحدر الذي تسير عليه العربة ولكن في اتجاه مضاد . وهذه المركبة الأخيرة هي التي تحدث مقاومة الجر على المنحدر .

وبما أن α زاوية صغيرة جداً في السكك الحديدية إذ قلما يتعدى الميل ١٠ في الألف (ولو أنه في بعض الحالات الخاصة بالخطوط الجبلية يصل هذا الميل إلى ٩٠ في الألف ولكن هذه شواذ) وعلى ذلك فإنه يمكن لنا أن نعتبر
جا α = ظا α

وعلى ذلك فإن مقاومة الميل = و ظا α
= الوزن \times الميل

أو المقاومة بالكيلوجرام للطن الواحد = الميل

حساب قوة المحركات اللازمة لسير القطار

بمجموع جهود الجر الدائمة عند السرعة ٥٩ كيلو متراً في الساعة (من منحنى الشكل رقم ٣٠)

م_١ = ٤,١ كجم للطن الواحد
الجهود اللازمة للتغلب على ميل الخط = $\frac{1000}{103} = ١,٥٣$ كجم للطن الواحد

جهود الجر المتوسط اللازمة لدفع القطار بعجلة الابتداء = $\frac{1}{2} \times ك \times ع^2$

حيث ك = كتلة الطن الواحد = $\frac{1000}{9,81}$ كم

ع = سرعة السير بين محطتين

ف = المسافة المتوسطة بين المحطات بالامتار

$$\frac{216,4 \times \frac{1000}{9,81} \times \frac{1}{2}}{1600} = \left\{ \begin{array}{l} \text{جهود الجر المتوسط} \\ \text{لعجلة الابتداء} \end{array} \right.$$

= ٨,٥ كجم للطن الواحد

بمجموع الجهود المتوسطة لمقاومة الجر = $٨,٥ + ١,٥ + ٤,١ = ١٤,١$ كجم للطن الواحد

الجهود المتوسط اللازمة تطبيقه على عجلات القطار ١٤,١ \times ٩٠ طن = ١٢٦٩ كجم

القوة اللازمة لدفع القطار بسرعة السير = $\frac{١٢٦٩ \times ١,٦٤}{٧٥}$ متراً في الثانية

= ٢٧٨ حصان

فاذا اعتبرنا أن الجودة الميكانيكية للمحركات وتروس نقل السرعة = ٧٥ %

فان قوة المحركات اللازمة للقطار = $\frac{٢٧٨}{٧٥} \times ١٠٠ = ٣٧٠$ حصان

نسبة أقصى جهد المحركات إلى الجهد المتوسط

أقصى الجهد اللازم لدفع القطار بعجلة الابتداء $\times \frac{1000}{9,81} =$ ج

كجم للطن الواحد

$= 0,8$ متر آفى الثانية فى الثانية

وفى حالتنا العجلة ج

$$\frac{1000}{9,81} \times 0,8 =$$

\therefore أقصى الجهد اللازم

$$= 81,6 \text{ كجم للطن الواحد}$$

يضاف إلى ذلك مجموع جهود التغلب على المقاومات الدائمة والميل

ومجموعهما $5,6$ كجم للطن الواحد

\therefore أقصى الجهد اللازم لدفع القطار بسرعة 59 كيلومتر آ فى الساعة

$$= 81,6 + 5,6 = 87,2 \text{ كجم للطن الواحد}$$

$$\therefore \text{نسبة أقصى الجهد إلى الجهد المتوسط} = \frac{87,2 \text{ كجم}}{14,1 \text{ كجم}} = 6,2$$

ويجب لفت نظر الشركة التى ستقوم بتوريد المحركات لهذا الرقم لأنه

سيستلزم فى حالة القيام من 4 إلى 5 أضعاف التيار اللازم فى حالة السير العادى

وهو ما يجب مراعاته فى تصميم المحركات حتى لا تتأثر من جراء هذا التيار العالى

حساب عدد المحركات اللازمة للقطار الواحد

يتراوح معامل التماسك (Coefficient of Adhesion) بين العجلة والقضبان

من $\frac{1}{6}$ إلى $\frac{1}{3}$ فاذا أخذنا $\frac{1}{4}$ كرقم متوسط فإننا نجد أن لكل جهد جر

(Tractive effort) مساو لكيلوجرام واحد يلزمنا سبعة أمثاله ثقلا على

عجلات الجر (Driving Wheels)

$$= 87,2 \text{ كيلوجرام للطن الواحد}$$

أقصى الجهد فى حالة الابتداء

$$= 85 \text{ طن}$$

وزن القطار كاملا بالركاب

$$= 85 \times 87,2 = 7400 \text{ كيلوجرام}$$

أقصى جهد الجر على العجلات

أقل وزن لازم لتحميله على عجلات الجر لمنع الانزلاق $7 \times 7400 =$
 $51800 =$ كيلو جرام

أى ٥١,٨ طن

وزن العربتين القاطرتين $2 \times 25 = 50$ طنا

وعلى ذلك فإنه يلزمنا وزن القاطرتين كلاهما على محاور الجر لمنع الانزلاق

وبما أن كل قاطرة محملة على ٢ بوجى يحوى كل منهما محورين — فإن أقل

عدد من المحركات يلزم لمثل هذا القطار $= 8$ محركات موزعة على القاطرتين

أى أربعة محركات لكل قاطرة

وعلى ذلك يصير قوة كل محرك $= \frac{370}{8} = 46$ حصانا

أى ٥٠ حصانا

١٢ - رسم بياني حركة القطارات على الخط حلوان - المرج

لحساب الحركة على الخط أهمية كبرى في مثل هذه المشاريع إذ بواسطتها يمكن احتساب الحمل الكهربائي اللازم لتغذية الخط كله . وأوضح طريقة لعمل هذا الحساب هي الطرق البيانية (Graphical Charts) وهي عبارة عن ترجمة بواسطة الرسم لجدول سير القطارات على الخط لمدة ٢٤ ساعة .

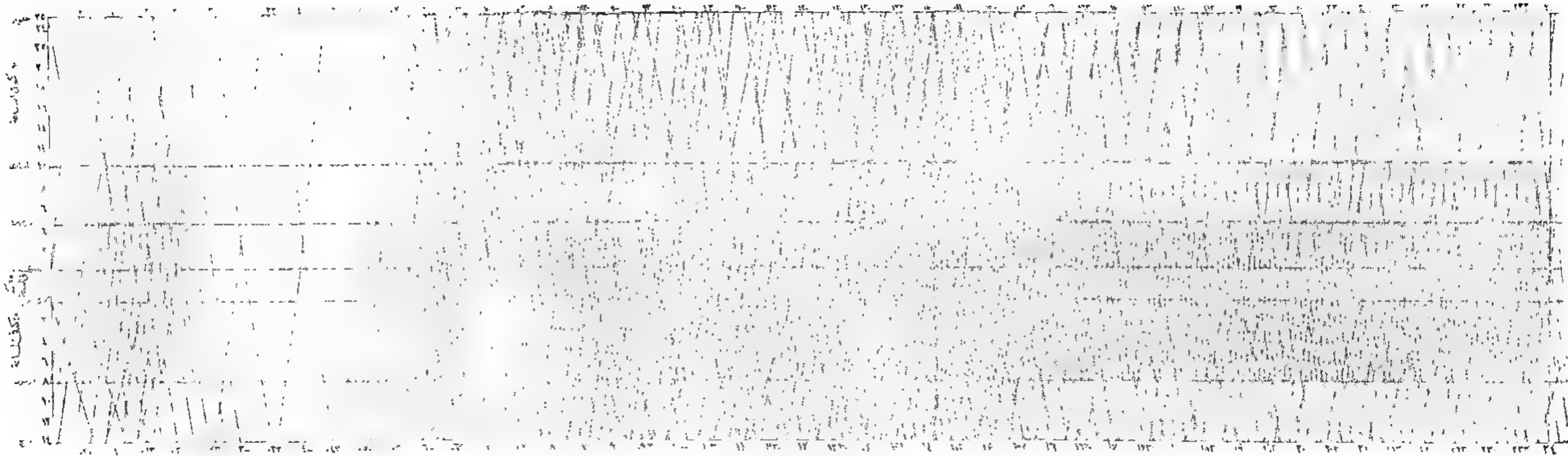
ويمكن الحصول على هذا الرسم البياني لحركة القطارات على الخط بأن نوقع جدول حركة القطارات على ورق مربعات بحيث يمثل لنا الاحداثى الرأسى المسافة كما يمثل الاحداثى الأفقى الوقت .

وبدراسة حركة الركاب على كل من خطى حلوان والمرج كل على حدة نجد أن نسبة العمران وبالتالى كثافة الركاب من محطة باب اللوق إلى محطة المعادى على خط حلوان تعادل مثيلتها من محطة كوبرى الليمون إلى المرج تقريبا على خط المرج . أما بعد محطة المعادى إلى حلوان فإن هذه النسبة تقل كثيرا ونلاحظ ذلك حاليا من أن القطارات تفرغ أغلب حمولتها من الركاب فى المعادى وتكمل رحلتها إلى حلوان بنصف حمل الركاب - وبالمثل فى العودة فإن القطار يقوم من حلوان بحمل مخفض إلى المعادى حيث يزداد حمل من الركاب هناك إلى الضعف تقريبا .

ولما كانت كثافة الركاب يجب أن يعادلها كثافة بمائلة من القطارات فإننا نقترح أن تكون كثافة حركة القطارات للجزء بين المعادى وباب اللوق تساوى مثيلتها من كوبرى الليمون إلى المرج .

على أنه بدراسة خط المرج نجد أن كثافة الركاب إلى محطة الزيتون تبلغ ضعفها للجزء بين الزيتون والمرج .

كما أنه يوصل الخطين ببعض فان عدد كبير من الركاب الذين يستخدمون حالياً وسائل النقل المختلفة من جهات مصر القديمة والسيدة زينب وباب اللوق قاصدين ميدان المحطة أو أى جهة على طول خط المرج فإنهم سيهرعون



بلا شك إلى خطنا هذا لما في ذلك من مزايا الوفرة في الوقت والمصاريف .
ولذلك فلنا أن نتوقع أن تكون الحركة على الجزء من مارجرجس إلى الزيتون
شديدة جداً ويجب أن نزيد تبعاً لذلك عدد القطارات على هذا الجزء من الخط .
وعلى ذلك فإن كثافة القطارات على الأجزاء المختلفة من الخط وتوقيتها
ستكون كما هو مبين في الجدول الآتي :

التوقيت المقترح عند كهربية الخط

(أ) بالنسبة لحلوان — المرج

قطار في كل ١٥ دقيقة في أوقات الزحام .
» » » ٢٠ دقيقة في الأوقات العادية .
» » » ٣٠ دقيقة في الأوقات الفاترة .

(ب) بالنسبة للمعادي — المرج

قطار في كل ٧,٥ دقيقة في أوقات الزحام .
» » » ١٠ دقائق في الأوقات العادية .
» » » ١٥ دقيقة في الأوقات الفاترة .

(ج) بالنسبة للجزء ماري جرجس — الزيتون

قطار في كل ٣,٥ دقيقة في أوقات الزحام .
» » » ٥ دقائق في الأوقات العادية .
» » » ٧,٥ دقيقة في الأوقات الفاترة .

على أن تعدل هذه المواعيد لتلائم أي ظروف تطرأ من حيث زيادة
السكان أو أي اعتبارات أخرى .

ومن هذا التوقيت يمكننا عمل رسم بياني حركة القطارات على الخط
كله كما هو مبين في الشكل رقم ٣٢

١٣ - طريقة احتساب الحمل الكهربائي

والطاقة الكهربائية اللازمة لإدارة الخط سنويا

التيار اللازم للمحركات :

نعلم أن جهد جر قدره كجم واحد لكل طن لقطار يسير بالسرعة ع مترا في الثانية يمثل شغلا يساوي ١ × ع كيلو جرام مترا في الثانية .

وبما أن الحصان الواحد = ٧٥ كيلو جرام مترا في الثانية = ٧٣٦ وات

$$\therefore ١ \text{ كيلو جرام متر} = \frac{٧٣٦}{٧٥} \text{ وات ثانية}$$

وعلى ذلك فإن ١ × ع × $\frac{٧٣٦}{٧٥}$ = شدة التيار × الضغط الكهربائي

فاذا كان الضغط الكهربائي = ٣٠٠٠ فولت وجودة المحركات ٧٥ ٪

$$\text{فان شدة التيار} = \frac{٧٣٦ \times ع}{٠,٧٥ \times ٧٥ \times ٣٠٠٠} = \frac{ع}{٢٢٩} \text{ تقريبا}$$

∴ شدة التيار المناظرة لجهد كيلو جرام واحد على عجلات القطار

$$\text{بالسرعة } ١٦,٤ \text{ مترا في الثانية (٥٩ كيلو مترا في الساعة)} = \frac{١٠,٦٤}{٢٢٩} \text{ أمبير}$$

وعلى ذلك فإن شدة التيار المتوسطة للطن الواحد

$$= \text{الجهد المتوسط للطن الواحد} \times \text{شدة التيار للكيلو جرام الواحد}$$

$$= ١٤,١ \times \frac{١٦,٤}{٢٢٩} = ١ \text{ أمبير تقريبا}$$

ومن ذلك فإن شدة التيار المتوسطة اللازمة للقطار كله

$$= ١ \text{ أمبير} \times ٩٠ \text{ طن} = ٩٠ \text{ أمبير}$$

الطاقة الكهربائية اللازمة لتحريك القطار كيلومترا واحدا

يقطع القطار الكيلومترا الواحد بسرعة متوسطة ٤٥ كيلومترا في الساعة
في وقت $= \frac{1}{4}$ من الساعة

∴ الطاقة الكهربائية اللازمة لتحريك القطار كيلومترا واحدا

$$= ٣٧٠ \text{ حصان} \times ٠,٧٣٦ \times \frac{1}{4} = ٦ \text{ كيلوات ساعة تقريبا}$$

فاذا كان سعر الكيلوات ساعة عند محطة التوليد ٣ مليات

فان الكيلومتر الواحد يتكلف طاقة كهربائية بمقدار ١٨ مليا
وهو الرقم الذي أخذناه أساسا لحساباتنا في حساب المصروفات (٢٠ مليا)

متوسط الحمل على محطة التوليد الرئيسية

بالرجوع إلى بياني حركة القطارات على خط حلوان المرج شكل (٣٢)

نرى أن أقصى عدد للقطارات في حالة السير على الخط كله $= ١٦$ قطارا

فاذا اعتبرنا أن الفاقد في خطوط التوصيل والتحويل ٢٠٪ وان القطار
يلزمه قوة اضافية قدرها ١٠٪ من قوته الدافعة للانارة ومخركات
الفرامل والأجهزة المساعدة في القطار . فيكون متوسط الحمل على محطة
التوليد الرئيسية :

$$= ١٦ \text{ قطارا} \times ٣٧٠ \text{ حصان} \times ٠,٧٣٦ \text{ كيلوات} \times ١,٣ \text{ الفاقد} \\ = ٥٦٧٠ \text{ كيلوات}$$

١٤ - الاسترجاع الفرملي Regenerative Braking

الطاقة الفاقدة في الفرامل^(١)

إن الطاقة الكهربائية التي يسحبها القطار الكهربائي في مرحلة القيام بتنفيذها كما تقدم ذكره في :

(أ) اكتساب عجلة القيام .

(ب) التغلب على مجموع المقاومات الجر .

فاذا ما وصل القطار إلى سرعته القصوى وثبتت سرعته عند ذلك فإن طاقة الحركة (Kinetic Energy) المخزونة في القطار تساوي الطاقة الكهربائية التي سحبت من الخط في فترة العجلة

ولكن نلاحظ في فترة المرسى (Coasting Period) أن جزءا من طاقة الحركة هذه يستخدم في دفع القطار . وعلى ذلك فإن فترة المرسى إنما هي في الواقع طريقة ميكانيكية لاسترجاع جزء من الطاقة الكهربائية التي سحبت في دفع القطار .

ويمكن القول بوجه عام أنه كلما زادت نسبة فترة المرسى إلى فترة السير كلها (ت) شكل (٢٦) كلما استرجعنا نسبة أكبر من هذه الطاقة .

ولكن يلاحظ أيضاً أنه باطالة فترة المرسى فإننا نقلل من السرعة المتوسطة للقطار مما يضع حدا لتمامينا في استرجاع الطاقة بهذه الوسيلة .

وتتراوح نسبة فترة المرسى إلى فترة السير كلها في خطوط الضواحي عادة من ٢٠ ٪ إلى ٥٠ ٪ وعلى ذلك يتضح لنا أن نسبة عالية من الطاقة الكهربائية تتراوح بين ٤٠ ٪ و ٨٠ ٪ يجب علينا أن نفقدتها في فترة رباط الفرامل (ت ٣) شكل (٢٧) .

ويوجد طريقتين لاسترجاع الطاقة الكهربائية :

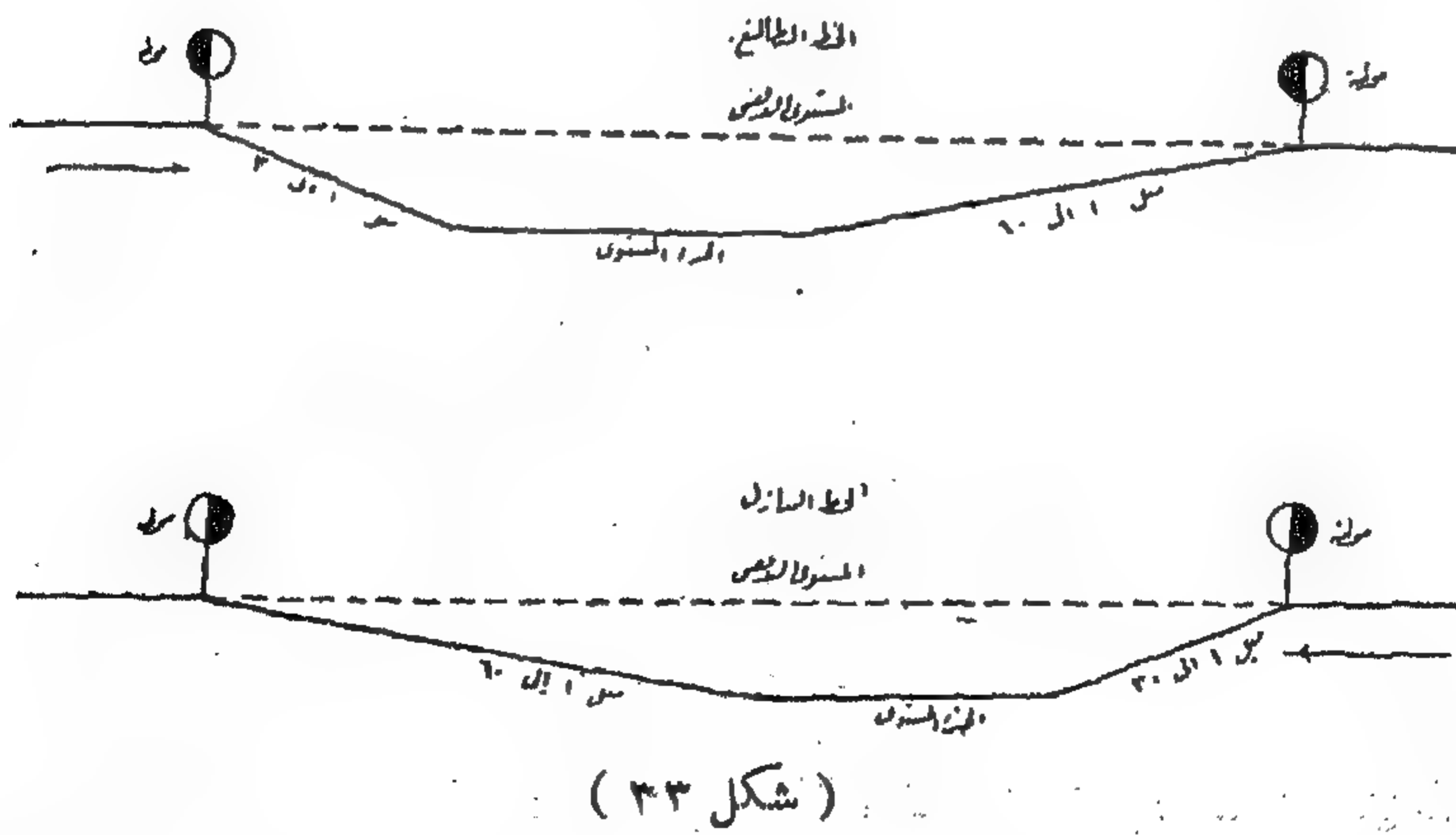
(١) الطاقة لا تنفي وإنما تتحول الى نوع آخر من الطاقة وهي الطاقة الحرارية وهذه لا نفيدنا وبذلك نعتبرها فاقدة بالنسبة لنا .

أولاً — الطريقة الميكانيكية وذلك بتدريج السكة.

ثانياً — الطريقة الكهربائية بالاسترجاع الفرمل.

أولاً — الطريقة الميكانيكية بتدريج السكة (Graded Track Construction)

يتم ذلك بتعديل نظام ميل السكة بين المحطات كما هو مبين في الشكل (٣٣) وعلى ذلك فإنه يمكننا استخدام ثقل القطار ونزوله في المنحدر في كسبه لعجلة القيام والوصول إلى سرعته القصوى كما يمكننا بواسطة ميل السكة إلى أعلا تحويل جزء من طاقة الحركة (Kinetic Energy) إلى طاقة الوضع الكامنة (Potential Energy) ويستعمل هذا النظام في سكك حديد لندن الأرضية (London Central (Tube) Railway) حيث تنشأ المحطات على مستوى واحد ثم تميل السكة بين المحطات بنسبة ١ إلى ٣٠ نزولاً ثم تستوى لمسافة معينة وتميل ثانياً بنسبة ١ إلى ٦٠ صعوداً. ولقد كان السبب في عدم اختيار ميل ١ إلى ٣٠ في الصعود أيضاً أن هذا الميل يضيق نظام الاشارات الضوئية وهي ذات أهمية عظمى في مثل هذه الخطوط.



ولقد عملت أطوال هذه الميول بحيث يقطع التيار عن المحركات أثناء مرور القطار على الجزء المستوي من السكة. ويحدث استرجاع الطاقة أثناء

صعود القطار الجزء المائل من السكة ثم يفرمل القطار نهائيا بالفرامل العادية عندما يدخل القطار المحطة .

ولقد وجد في حالة سكة حديد لندن الارضية (London Central Railway) أنه يمكن استرجاع ما يقرب من $\frac{1}{3}$ الطاقة اللازمة لسير القطار بهذه الطريقة . على أن الوفرة الاجمالي لا يقتصر على استرجاع جزء من الطاقة الكهربائية فقط وإنما نحصل أيضا بهذه الطريقة على المزايا الآتية :

(١) تمكننا هذه الطريقة من استخدام محركات ذات قوة أصغر لتحريك القطار بنفس السرعة المتوسطة وهذه المحركات ذات وزن أصغر وتكاليف انشاء وصيانة أقل .

(ب) باستخدام هذه الطريقة يتعدل الحمل على محطات التغذية والتوليد وبذلك يتحسن الحمل كثيرا عن المبين في الشكل (٤٠) وتصير النسبة بين أقصى الحمل ومتوسطة أقل من المبينة في الشكل المذكور وبذلك يمكننا توليد التيار الكهربائي في ظروف أحسن كثيرا .

(ح) ينتج عنها وفر كبير في استهلاك أحذية الفرامل وعجل القطارات وكذا أجهزة الفرامل وبذلك تقل تكاليف صيانتها .

(د) لا تحدث جهود قاسية على أجسام القاطرات والعربات كما تحدثها الفرامل الميكانيكية .

ولقد اقترح الأستاذ توفيق اسماعيل المهندس بادارة النقل المشترك بالاسكندرية استعمال هذه الطريقة في سكة حديد الرمل الكهربائية ويدرس حاليا صاحب الغزة حسن بك راسم مديرها الحالي عمل تجربة على مسافة بين محطتين متاليتين في خط الادارة المذكورة .

ثانيا — الطريقة الكهربائية بالاسترجاع الفرمل Regenerative

(Braking)

تلخص هذه الطريقة في استعمال محركات القطارات كمولدات في الفترة

(ت ٣) شكل (٢٦) وبذلك فانها تعمل على تحويل جزءا من طاقة الحركة إلى طاقة كهربائية ترجع ثانيا إلى السلك الهوائي الموصل وتتوقف الطاقة المسترجعة على العوامل الآتية :

- (١) سرعة القطار التي يبدأ وينتهى عندها الاسترجاع الفرملى .
- (ب) جودة المهمات الكهربائية والخط الكهربائى عند النقط التي تسترجع عندها الطاقة المولدة .
- (ح) مقاومات الجر للقطار .

مزايا وعيوب الاسترجاع الفرملى

يستعمل الاسترجاع الفرملى بنجاح على الخطوط المائلة الطويلة أما استعماله على الخطوط المستوية كالخط الذى ندرسه فتحوى بعض العيوب وهى أنه :

يجب استعمال محركات أكبر من التى تم حسابها لأن الذى يحدد سعة المحرك هى درجة سخونته وهذه ستكون أعلا بلا شك فى حالة الاسترجاع الفرملى لأن المحرك سيعمل كمولد فى الفترة التى كان من المفروض أن يبرد فيها . ولما كان حجم المحرك سيكون أكبر كما سنضطر لاستخدام معدات إضافية فإن وزن القطار سيكون أثقل وتكاليف صنعه وصيانته ستكون أعلا بلا شك . كما قد تعترضنا بعض صعوبات أخرى فى حالة زيادة الطاقة المسترجعة فى وقت ما عن سعة المحطة الفرعية .

ولكن هذه العيوب يقابلها مزايا هامة نذكر منها :

- (١) الاقتصاد فى الطاقة الكهربائية اللازمة للخط .
- (ب) تقليل التآكل فى أحذية الفرامل (Brake Shoes) وعجلات القطار كما تقل تكاليف صيانتها .

(ح) تقل كثيرا كمية البرادة التى تتناثر على الخط نتيجة لتآكل أحذية الفرامل وأطارات العجلات الصلب وبذلك تساعد على تقليل المقاومة الكهربائية للسكة وهذه البرادة خطر كبير لأنها تساعد على شرود تيارات

العودة من القضبان مما يتسبب عنه تآكل للمنشآت المعدنية المدفونة في باطن الأرض .

بعض النتائج العملية للاسترجاع الفرملى على خطوط الضواحي

قامت سكة حديد المترو بوليتان بباريس بتجهيز أحد قطاراتها بمعدات الاسترجاع الفرملى ثم قامت بتجربة فثبت أن الوفرة في الطاقة الكهربائية يبلغ نحو ٢٠ ٪ من الطاقة اللازمة لقطار بمائل غير مجهز بمعدات الاسترجاع الفرملى بينما بلغت كمية الطاقة المسترجعة في فترة رباط الفرامل نحو ٣٠ ٪ من الطاقة اللازمة في فترة العجلة (Accelerating Period) .

نستنتج من كل ما تقدم إن خواص خط حلوان — المرج تجعل من الخط حالة مثالية لاستخدام الاسترجاع الفرملى وبما يجدر ذكره أن هذه النقطة بالذات لم يلتفت إليها في جميع المشاريع السابق دراستها لكهربة خط حلوان . كما اقترح عمل مقارنة بين تكاليف تدريج السكة أو استخدام معدات الاسترجاع الفرملى وإن كنت شخصيا أميل لاستخدام النوع الأول .

١٥ — محطات التغذية الفرعية

ووصف لاحدى هذه المحطات

عدد المحطات الفرعية وقوتها :

يلزمنا محطتين فرعيتين قوة كل منهما ٣٠٠٠ كيلوات وتتكون كل منهما من ثلاث وحدات مقومات زئبقية قوة كل منهما ١٥٠٠ كيلوات . تعمل واحدة منهما فقط في الأوقات الفاترة وفي أثناء الليل . واثنيتن في أوقات الزحام والوحدة الثالثة كاحتياط .

وصف لاحدى المحطات الفرعية

تشمل المحطة الفرعية لتغذية الخط الهوائى بالتيار المستمر على الأجزاء الآتية (انظر الأشكال ٣٦ ٣٧ ٣٨) : —

(١) كابل وصول الضغط العالى وهو الحلقة التى تربط المحطة الفرعية بمحطة التوليد الرئيسية ويكون الضغط العالى على ١٠ آلاف فولت أو أكثر من ذلك — ويتوقف مقدار الضغط العالى على عدة عوامل أهمها بعد المسافة بين محطة التوليد والمحطة الفرعية ثم مقدار الحمل المنقول .

(ب) المفاتيح الزيتية للضغط العالى ومحولات الضغط وشدة التيار اللازمة لأجهزة الضغط العالى .

(ح) المحولات الكهربائية التى تقوم بالتحويل من الضغط العالى إلى الضغط الواطى .

(د) أجهزة التحويل من التيار المتغير إلى التيار المستمر .

أنواع أجهزة التحويل من التيار المتغير إلى التيار المستمر

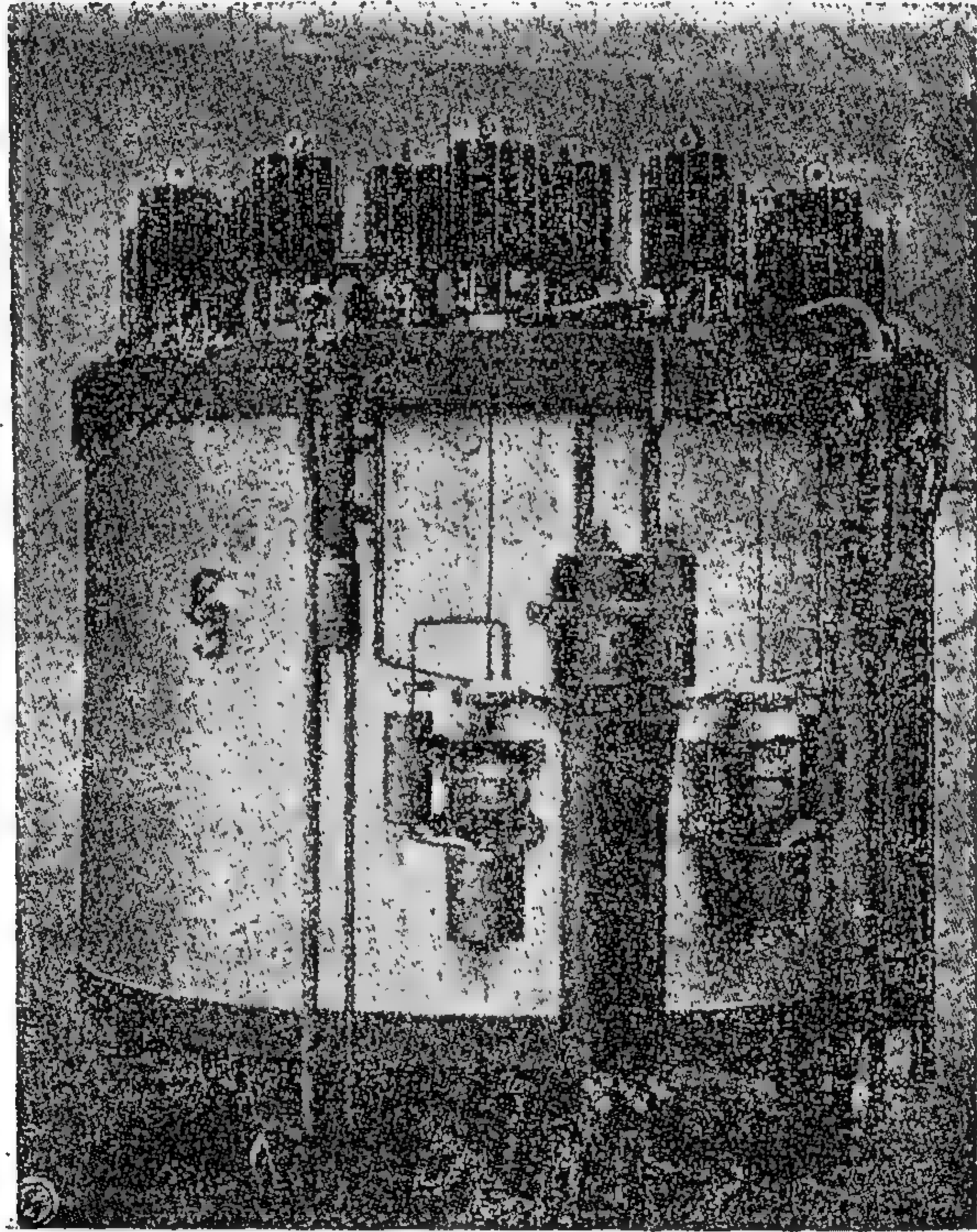
أولا — المحولات الدائرية (Rotary Converters) كالتى اقترحها السير فيليب داوسون والمحصول الدائر فى أبسط حالاته عبارة عن محرك عضو

الإستنتاج فيه (Armature) مماثل تماما لعضو إستنتاج محرك ذو تيار مستمر أى له عضو توحيد (Commutator) ويشمل من الناحية الأخرى لعضو الإستنتاج على حلقات توزيع (Slip Rings) للتيار المتغير . وجودة المحول الدائر أعلا بكثير من أى أجهزة دائرة أخرى وذلك لأن الجزء المتحرك فيه واحد لكل من التيار المتغير والمستمر بينما فى أنواع أجهزة التحويل الأخرى التى تشمل على أجزاء دائرة فإنها تشمل عادة على عضوين منفصلين أحدهما للتيار المستمر والآخر للتيار المتغير .

ثانيا — المحركات المولدات (Motor - Generators) — لا يمكننا أن ننظر لهذا النوع من أجهزة التحويل على أنها محولات كهربائية بحتة ، لأن الطاقة الكهربائية فى ناحية التيار المتردد تتحول بواسطة المحرك إلى طاقة ميكانيكية تدير المولد الكهربائى وهذا يحول الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية من نوع آخر من التيار وهو المستمر . ولذلك فلنا أن نتوقع أن جودة هذه المحولات لا تكون عالية لاحتوائها على عضوين دائرين بدلا من عضو واحد فقط كما فى حالة المحول الدائرى المذكور فى البند السابق .

ثالثا — المقوم الزئبقى (Mercury Arc Rectifier) — ويتكون المقوم الزئبقى شكل (٣٤) من وعاء كبير الحجم مقفل بإحكام ومجهز بطلبات لاحتداث فراغ فيه يقرب من الفراغ المطلق ويصل إلى $\frac{1}{1000}$ من المليمتر الزئبق وفى أسفل هذا الوعاء قطب مكون من الزئبق وفى أعلاه أقطاب متعددة توصل بالمحول الذى يوصل التيار المتغير بعد تحويله بواسطة قطب كهربائى مساعد يحدث قوسا كهربائيا بينه وبين الزئبق تتكون بقعة مضيئة على سطح الزئبق تكون هى مصدر خروج الإلكترونات أو شحنات الكهرباء السالبة بكثرة متجهة إلى الأقطاب العليا فتشتعل أقواس كهربائية بين القطب الزئبقى وبين الأقطاب الأساسية الأخرى ويمر التيار الكهربائى فى هذه الأقواس ما دام الجهد الكهربائى للأقطاب الأساسية أعلا من الجهد الكهربائى للقطب

الزئبقى الذى تنجذب إليها الشحنات السالبة السابقة الذكر وإذا انعكس الوضع بأن كان الجهد الكهربائى للزئبق هو الأعلى فان التيار الكهربائى لا يمر لأن الشحنات الكهربائية السالبة تنطرد عن الأقطاب العليا بدلا من أن تنجذب إليها . وعلى ذلك فعند تغذية الأقطاب العليا بالتيار المتغير الذى تكون نصف ذبذبه موجبة والنصف سالبة فان التيار يمر فيها إلى القطب الزئبقى فى نصف الذبذبة الموجبة ويمتنع مروره فى نصف الذبذبة السالبة وبذلك يتم تقويم التيار الخارج من القطب الزئبقى فيصبح كله تيارا مستمرا ينقل إلى السلك الهوائى لتغذية القطارات الكهربائية .



شكل (٣٤)

مقارنة بين أجهزة التقويم السالف ذكرها

يمتاز المقوم الزئبقي على أجهزة التقويم الأخرى السابق ذكرها بالآتي :

(١) لا يحتوى المقوم الزئبقي على أجزاء متحركة أو دائرة فوضعه حتى في المناطق الآهلة بالسكان لا يزعجهم علاوة على توفيره في الصيانة والتزيت إلى غير ذلك مما تستلزمه الآلات الدائرة .

(ب) يصمد بسهولة لقوات كهربائية تزيد كثيرا عن حملة الكامل من غير أن يعثره أى تلف فمثلا مقومات سيمنس (Siemens) التى تعمل بإدارة النقل المشترك بالاسكندرية في محطة الشاطئ الفرعية يمكنها أن تتحمل قوة تزيد عن حملها الكامل بمقدار :

٢٠٠ ٪ للحظات وجيزة

١٠٠ ٪ لمدة دقيقتين .

٣٠ ٪ لمدة ساعة .

وذلك بدون أن يلحقها أى ضرر كما أنها تستطيع أيضا احتمال تياراللفة القصيرة (Short Circuit) وهذه الظروف لا تتوفر في الآلات الدائرة التى قد يصيبها التلف فوراً من جراء ذلك .

(ح) جودة المقوم الزئبقي كبيرة نسبيا (انظر الشكل ٣٥) وتمتاز هذه الجودة بثباتها تقريبا مهما اختلف الحمل وهذه ميزة كبيرة في حالة الجر الكهربائي (Electric Traction) نظرا لاختلاف الحمل على الشبكة في كل لحظة

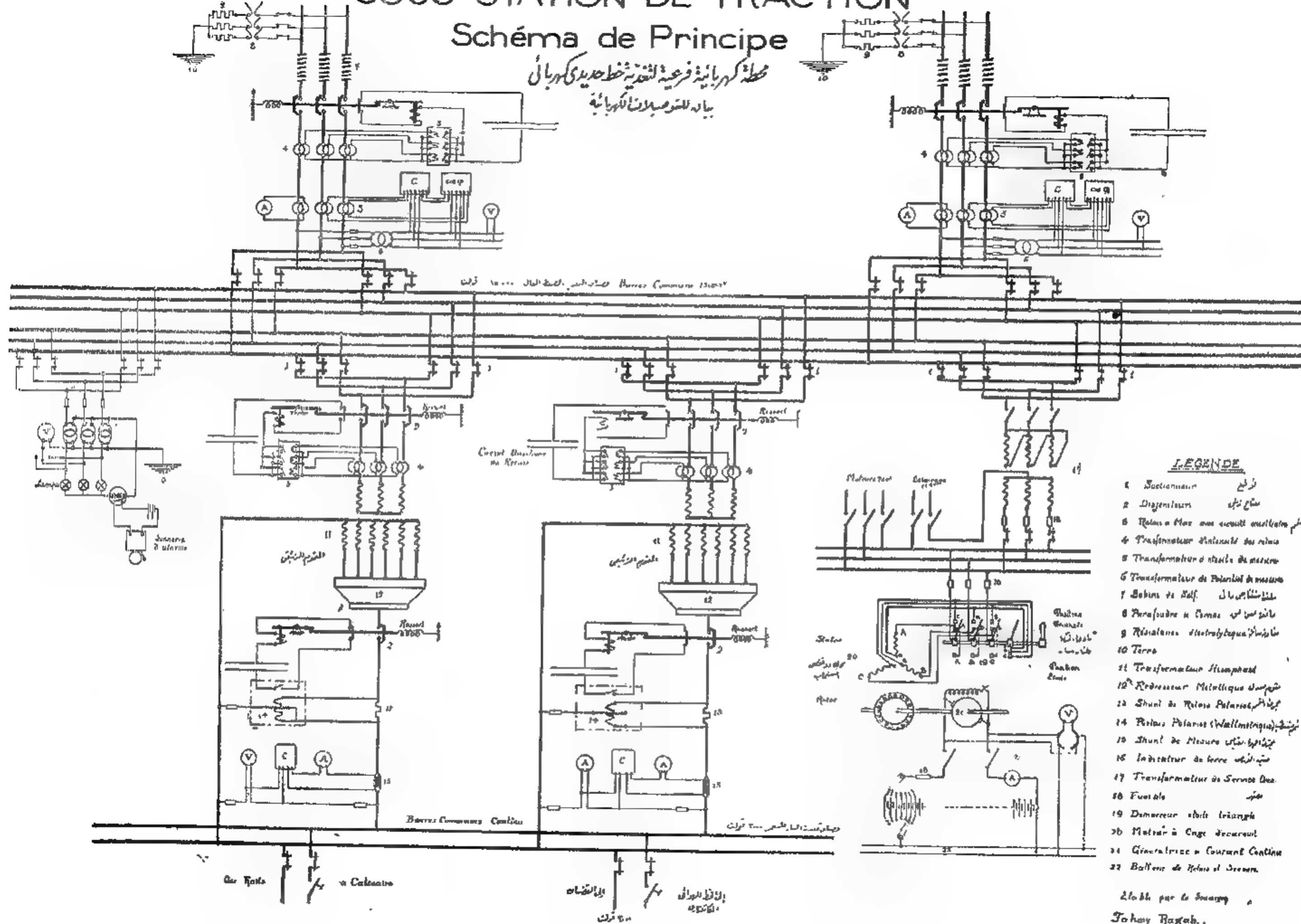
(د) لا يستلزم المقوم الزئبقي وضع أساسات خاصة كما أن الحيز الذى يشغله محدود جدا بالنسبة للقوة التى تخرج منه مما يترتب عليه وفر محسوس في المباني .

(هـ) لا يستلزم المقوم الزئبقي أى عمليات طويلة أو دقيقة لتوصيله بالخط وذلك بعكس المحولات الدائرة التى تحتاج لعملية (Synchronisation) وهذه

SOUS-STATION DE TRACTION

Schéma de Principe

محطة كهربائية فرعية لتغذية خط حديد كهربائي
بيان للتوصيلات الكهربائية



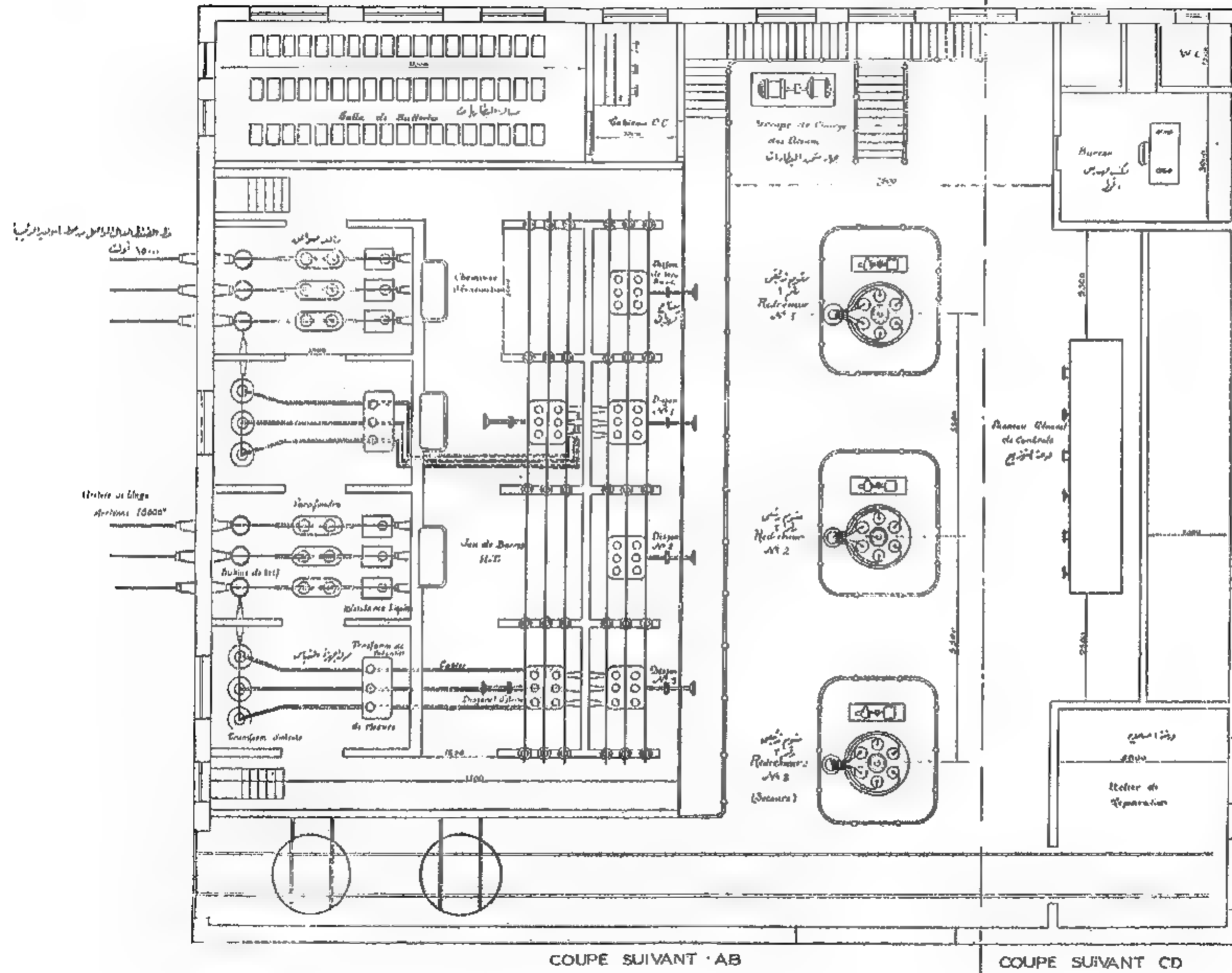
LEGENDE

- 1 Suctionneur
- 2 Disjoncteur
- 3 Relais à flux avec circuit auxiliaire
- 4 Transformateur d'isolement des relais
- 5 Transformateur d'isolement du réseau
- 6 Transformateur de Polarité de mesure
- 7 Bobine de Self
- 8 Perforateur à Contact
- 9 Résistance électrolytique
- 10 Terre
- 11 Transformateur Hampstead
- 12 Redresseur Métallique
- 13 Shunt de Relais Polarise
- 14 Relais Polarise (Wattmétrique)
- 15 Shunt de Mesure
- 16 Indicateur de terre
- 17 Transformateur de Service Des
- 18 Fusible
- 19 Demarcateur stèle triangulaire
- 20 Moteur à Cône d'écoulement
- 21 Générateur à Courant Continu
- 22 Batterie de Relais et Service

Établi par le Service
Tchay Ragab.

(شكل ٣٦) يبين نموذج للتوصيلات الكهربائية في إحدى محطات التغذية الفرعية في مشروع عمال لمشروع خطي حلوان والمرج قام بتصميمه المحاضر أثناء تخصصه في هندسة السكك الحديدية والكهربائية بمدرسة الكهرباء العليا بباريس عام ١٩٣٤

نموذج لمحطة فرعية تغذية خط سكة حديد كهربائية
SOUS STATION DE TRACTION
Plan ÉCHELLE 1/50



FAHMY RAGAB

(شكل ٢٧) قطاع أفقي في بناء محطة التغذية الفرعية السابق ذكرها في (شكل ٢١)

نموذج محطة فرعية للتغذية خط سكة حديد كهربائية
SOUS-STATION DE TRACTION
Coupe Transversale

ÉCHÉLLE 1/50

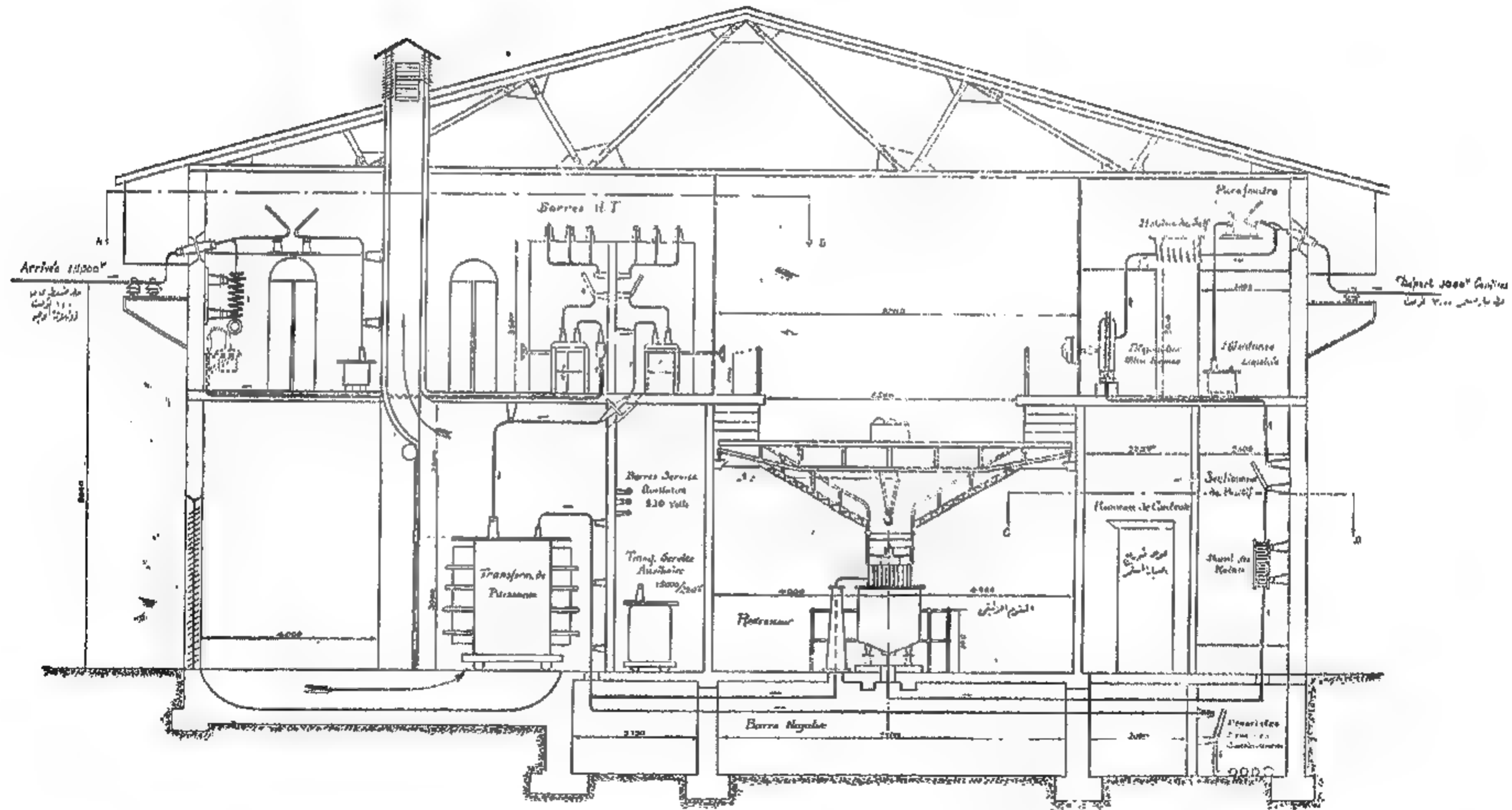
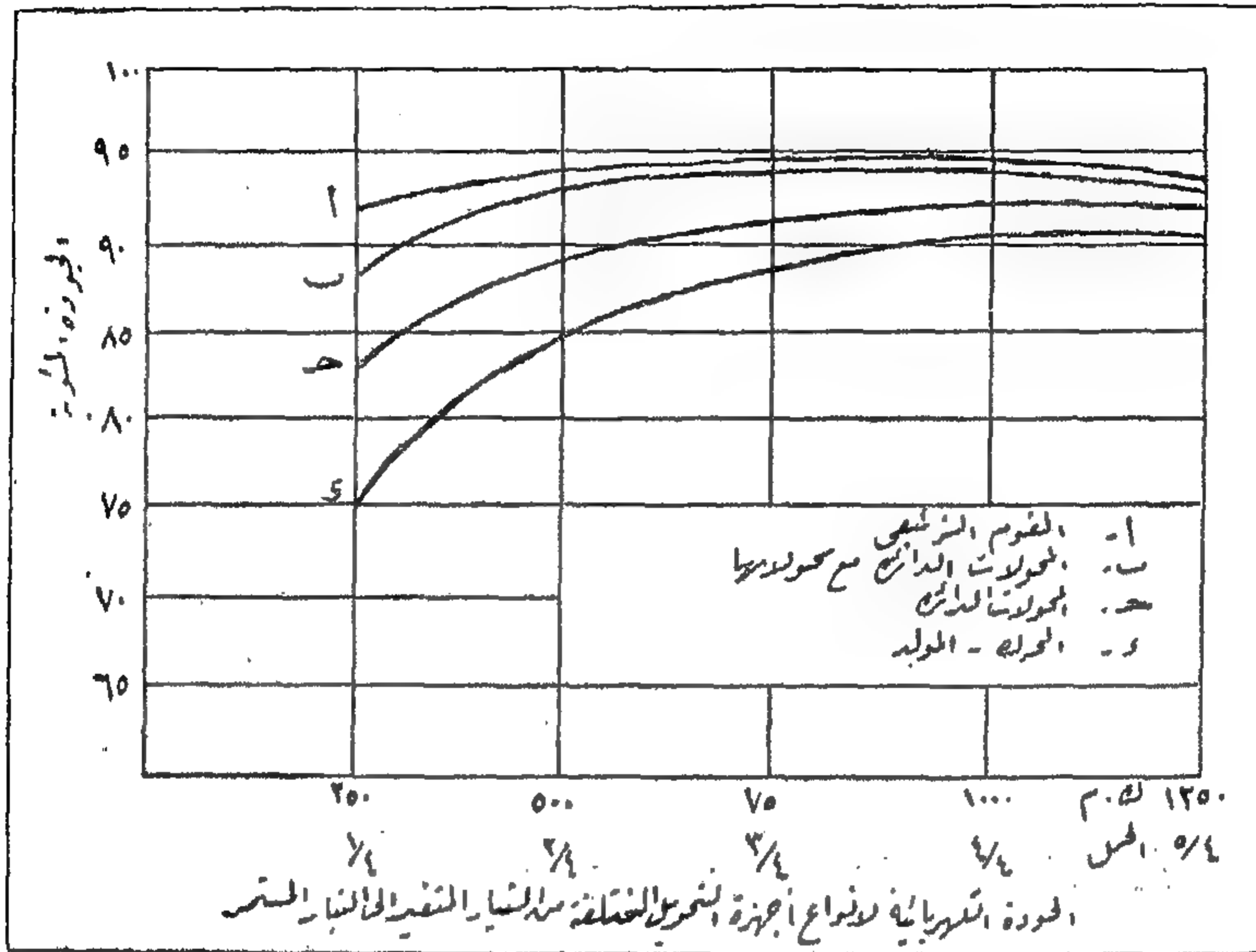


Fig. 346

(شكل ٣٨) قطاع رأسى فى بناء محطة التغذية الفرعية السابق ذكرها فى (شكل ٣٦)

تستغرق بعض الوقت كما يمكن ادخال المقوم الزئبقى فى الخط بطريقة أوماتيكية إذا استدعت حالة الحمل ذلك وهذا بعكس المحولات الدائرة.



شكل (٣٥)

لكل هذه الأسباب نعطي الأفضلية للمحول الزئبقى .

ومن غريب الصدف أننى قمت أثناء تخصصى بمدرسة الكهرباء العليا بباريس عام ١٩٣٤ بعمل مشروع لخط كهربائى للضواحي ولقد كانت خواصه متشابهة جدا مع خواص خط حلوان المرج من حيث الطول وعدد الركاب ونوع القطارات وترينا الأشكال رقم ٣٦ ٣٧ ٣٨ وصف لحدى المحطات الفرعية اللازمة لتغذية الخط . ومع مضى ما يزيد على عشرة سنوات على تصميم هذا المشروع فما زال يعتبر هذا المشروع حديثا ويمكن تطبيقه فى وقتنا هذا . وكل ما طرأ عليه من التغيير هو أنه يلاحظ أننى استعملت فى هذه المحطة مقومات زئبقية ذات ستة أوجه أما النوع الحديث فإنه يستعمل اثنى عشر وجهها وفيما عدا ذلك فلا توجد تعديلات جوهرية .

١٦ - أيهما الأفضل شراء التيار الكهربائي أو توليده

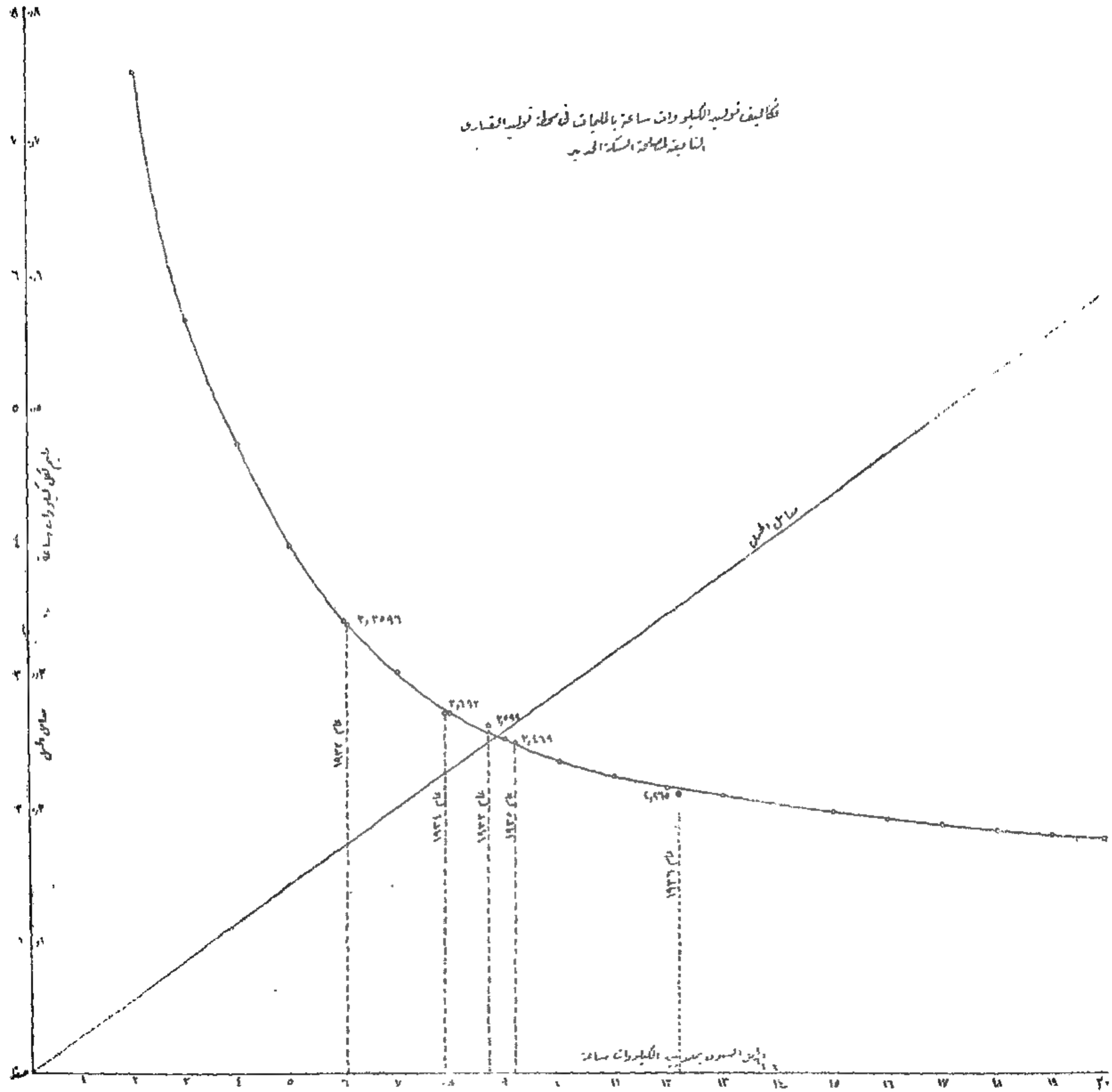
والآن تواجهنا نقطة حيوية في المشروع ونقاسا : أيهما الأفضل شراء التيار الكهربائي أو توليده ؟ ونلاحظ أن هذا الموضوع كان إحدى النقاط الجوهرية التي حذت بـلجنة فحص مشروع كهربة خط حلوان عام ١٩٣٥ لإرجاء تنفيذ الكهرباء حين دراستها . وقبل أن نخوض هذا الموضوع يجدر بنا أن نستعرض ما تقوم به الهيئات المختلفة في القطر المصري والتي تقوم بإدارة خطوط كهربائية مماثلة .

مقارنة لاستهلاك التيار لأنواع الخطوط الكهربائية المختلفة في مصر

الإدارة	طول خطوطها أقصى القوة اللازمة	الاستهلاك السنوي
النقل المشترك بالاسكندرية ١٤	كيلومترا ٣٠٠٠	كيلوات ٧,٥٠٠,٠٠٠
ترام القاهرة	٦٨	٢٢,٠٠٠,٠٠٠
مترو هليوبوليس والترام الأبيض ٢٢	٥٠٠٠	٦,٠٠٠,٠٠٠
خط حلوان - المرج ٤٢	٥٠٠٠	١٨,٠٠٠,٠٠٠

ونلاحظ أن جميع هذه الهيئات أنشأت محطات توليد خاصة بها عند إنشاء خطوطها ولكنها عمدت جميعا في السنين الأخيرة إلى اتباع سياسة واحدة وهي أن تقفل محطات التوليد الخاصة بها وتشترى التيار اللازم لخطوطها من هيئة خارجية . فإدارة النقل المشترك بالاسكندرية تستورد تيارها من محطة توليد القبارى التابعة لسكك حديد الحكومة المصرية وشركة ترام القاهرة ومترو هليوبوليس تستورد تيارها من محطة توليد شبرا التابعة للشركة المصرية الكهربائية . فما هو السبب في ذلك ؟

السبب بسيط جدا في الواقع وينحصر في النقاط الآتية :-



(شكل ٣٩) رسم بياني يبين تغير تكاليف إنتاج الكهرباء ساعة مع زيادة كمية الطاقة الكهربائية المولدة شهريا

أولا — التيار الكهربائي كأي سلعة أخرى خاضع لقوانين الاقتصاد الخاصة بالانتاج الكبير فكلما زاد الانتاج كلما هبط ثمن الوحدة والشكل رقم (٣٩) يعطينا فكرة عن تكاليف توليد الكهرباء بمحطة القبارى التابعة لسكك حديد الحكومة المصرية ومنه يتضح أنه كلما زاد الانتاج قل ثمن وحدة الطاقة الكهربائية .

ففي حالة إدارة النقل المشترك مثلا وهي الحالة العملية التي لمستها عن كثب أثناء خدمتي بالإدارة المذكورة كانت تكاليف إنتاج الكيلوات ساعة من ما كينات الشاطئ للتيار المستمر تبلغ في أحسن الحالات ٣,٤ ملجم ولا يدخل في ذلك استهلاك الآلات باعتبار أنه قد تم استهلاكها — في الوقت الذي كنا نشترى فيه التيار من القبارى بسعر ٢,٤ ملجم على الضغط العالي ، فإذا أضفنا إلى ذلك ٢٥ ٪ الفاقد في التوصيل والتحويل يصير ثمن الكيلوات ساعة في ناحية التيار المستمر ٣ مليات وهذا رقم أرخص من السعر الذي نولد به — كما أنه يرفع عنا عبء متاعب التوليد وصيانة الآلات وغير ذلك من الأعمال .

ثانيا — تختلف طبيعة الحمل الكهربائي اللازم للسكك الحديدية الكهربائية عن ذلك اللازم للأغراض الصناعية الأخرى بأن الحمل يتغير تغيرا سريعا مع الوقت وذلك تبعا لعدد القطارات التي يتصادف وجودها في حالة قيام حيث تحتاج لتيار كبير نسبيا أو لعدد القطارات التي تسير بأقصى سرعتها بقوة المحركات وهذه تحتاج لتيار منخفض والشكل رقم (٤٠) يعطينا فكرة عن تغير هذا الحمل مع الوقت على خط إدارة النقل المشترك بالإسكندرية (سكة حديد الرمل الكهربائي سابقا) ونلاحظ فيه أنه توجد علاقة بين أقصى الحمل وهو الذي يحدد سعة المحطة الكهربائية وبالتالي تكاليفها ومتوسط الحمل وهو الذي يحدد الاستهلاك السنوي وبالتالي تكاليف وحدة الطاقة الكهربائية . كما هو ملاحظ من الشكل المذكور أن هذه النسبة تبلغ نحو ١,٦ وهي نسبة عالية إذا قورنت بغيره من أنواع الحمل الكهربائي اللازم للصناعات الأخرى .

ادارة النقل المشترك

سطح صيد الرمال الكهربائية

سأني بمشغل الحمل المتزامن في الاوقات العادية

على مخطط الكهرطاس الكهربائي

نوع: ١٠٠

أقصى: ١٠٠

$$\frac{100}{100} = 1$$

كما يجدر بنا أن نلاحظ أيضا أن الحمل المتوسط غير ثابت طول اليوم بل يتغير مع ساعات النهار المختلفة تبعاً لعدد القطارات التي تشتغل على الخط ونلاحظ أن في فترة طويلة من اليوم (أثناء الليل) يهبط الحمل لأقل قيمة له . وكل هذه عوامل لا تساعد على توليد التيار الكهربائي للخطوط الحديدية الكهربائية في أحسن حالاته .

كما أننا إذا قمنا بدراسة الخطوط الكهربائية المماثلة في جميع أنحاء العالم نجد أنها جميعاً تقوم بشراء التيار اللازم لها من مصدر خارجي ولا تقوم هي بتوليده إلا لأحد الأسباب الآتية :

أولاً — تمر خطوطها في أماكن نائية تبعد بعداً كبيراً عن مراكز توليد الكهرباء مما يجعل توليد التيار محلياً أرخص من نقله .

ثانياً — استخدام النوع من التيار أو الذبذبة غير المستعمل في الصناعة كالتيار المتردد ذو الوجه الواحد أو ذو ذبذبة ٢٥ في الثانية بما يسبب رفض محطات التوليد المحلية توريده .

ثالثاً — أن تكون القوة الكهربائية اللازمة لإدارة الخط من الضخامة ما يبرر التوليد بأسعار معقولة .

وعلى ذلك فاني أقترح أن يطرح موضوع توريد التيار الكهربائي في مناقصة وتقارن الأرقام المقدمة بتكاليف التوليد إذا قمنا بإنشاء محطة مستقلة ويفضل الأرخص .

على أن هناك ثمة نقطة أخرى يجدر بنا دراستها وهي إمكان ادماج مشروع توريد التيار الكهربائي اللازم للخط ضمن مشروع توليد الكهرباء اللازم لإضاءة مدينة القاهرة بعد استيلاء الحكومة على امتياز شركة النور الذي ينتهي عام ١٩٤٨ وأملنا عظيم ألا تقوم الحكومة بتجديد عقد الشركة المذكورة . فباستيلاء الحكومة على مهماتها بما في ذلك محطة التوليد فإنه من الممكن جداً تغذية خط المرج — حلوان وذلك لأن مجموع قوى

المولدات بمحطة الشركة المذكورة تبلغ ٣٨.٠٠٠ كيلوات كما أن مجموع ما تولده سنويا يبلغ ٧٥,٠٠٠,٠٠٠ كيلوات ساعة (رقم عام ١٩٤٤) خصوصاً وأن حمل هذه الشركة أغلبه للإنارة أى ليلاً — لذلك أعتقد أنه يمكن لمحطة توليدها أن تنتج الطاقة الكهربائية اللازمة لخط حلوان — المرجح لأن أغلب حملها يحدث أثناء النهار حيث يوجد نسبة كبيرة من الآلات معطلة عن العمل .

ويلاحظ أنه بهذه الوسيلة يمكننا تحسين معامل حمل المحطة المذكورة وبالتالي تخفيض تكاليف وحدة الطاقة الكهربائية اللازمة لكل من الانارة والخط الكهربائي .

الطاقة الكهربائية التي تلزم الخط سنويا

متوسط عدد القطارات التي تشتغل على الخط يومياً سيكون ٢٠ قطارا
ومتوسط ما يقطعته القطار يومياً سيكون ٤٠٠ كيلومترا
وعلى ذلك تكون المسافة المقطوعة سنويا $20 \times 400 \times 365 = 2,920,000$ كم

أى ما يقرب من ٣,٠٠٠,٠٠٠ كيلومترا سنويا
الطاقة الكهربائية اللازمة لتحريك القطار كيلومترا واحداً = ٦ كيلوات ساعة
∴ الطاقة الكهربائية التي تلزم الخط سنويا $3,000,000 \times 6 = 18$ مليون كيلوات ساعة

أما باستخدام الاسترجاع الفرمل فيمكننا اقتصاد ٢٥٪ تقريبا من هذه الطاقة وبذلك يلزمنا سنويا ما يقرب من ١٤ مليون كيلوات ساعة .

١٧ - مقايضة اجمالية للمشروع كله

تنقسم تكاليف المشروع إلى :

أولا - أعمال الهندسة المدنية وتشمل :

(أ) إنشاء خندق ما بين شارع مدرسة الطب وباب اللوق بطول ١٨٠٠ متر يتكلف المتر الطولى مبلغ ١٥٠ جنيها = ٢٧٠,٠٠٠ جنيها

(ب) إنشاء نفق بين باب اللوق وحمام السباحة لوزارة المعارف بطول ١١٠٠ مترا يتكلف المتر الطولى مبلغ ٣٠٠ جنيها = ٣٣٠,٠٠٠ جنيها

(ج) إنشاء خندق ما بين حمام السباحة لوزارة المعارف ونهاية شارع سيدى المدبولى بطول ١٦٠٠ مترا يتكلف المتر الطولى ١٥٠ جنيها = ٢٤٠,٠٠٠ جنيها

(د) إنشاء نفق بين نهاية شارع سيدى المدبولى ومحطة كوبرى الليمون بطول ٣٠٠ متر يتكلف المتر الطولى ٣٠٠ جنيها = ٩٠,٠٠٠ جنيها

(هـ) تحسين المزلقانات بخط المريج لغاية الزيتون وهذا يتكلف مبلغ = ٥٠,٠٠٠ جنيها
فاذا قدرنا ثمننا اسما للهممات الموجودة حاليا فى كل من

خطى المريج وحلوان (بدون القطارات وتوابعها) = ٥٠٠,٠٠٠ جنيها

المجموع لأعمال الهندسة المدنية = ١,٤٧٠,٠٠٠ جنيها

ثانيا - أعمال الهندسة الكهربائية وتشمل :

(أ) محطتين فرعيتين تتكاف كل محطة بمبلغ ٤٠,٠٠٠ جنيها = ٨٠,٠٠٠ جنيها

(ب) كابلات أرضية للتوصيلات بطول ٤ كم مجوز يتكاف

الكيلومتر الواحد ١٠٠٠ جنيها بما في ذلك وضعه في الأرض = ٤٠,٠٠٠ جنيها

(ح) ٢٥ قطار يتكون كل منها من قاطرتين وعربة مقطورة

ثمان القطار ٢٠,٠٠٠ جنيها = ٥٠٠,٠٠٠ جنيها

(د) السالك الهوائي ٥٠ كم يتكاف ١٢٠٠ جنيها للكيلومتر

الطولي = ٦٠,٠٠٠ جنيها

(هـ) إنشاء ورشة وجراج بمصر القديمة تتكاف بمبلغ ١٠٠,٠٠٠ جنيها

المجموع للهندسة الكهربائية = ٧٨٠,٠٠٠ جنيها

المجموع للهندسة المدنية = ١,٤٨٠,٠٠٠ جنيها

مجموع التكاليف = ٢,٢٦٠,٠٠٠ جنيها

وقد احتسبت هذه النفقات على أساس زيادة الأسعار بنسبة ١٠٠ ٪ عما

كانت عليه قبل الحرب .

١٨ — حساب المصروفات والايرادات والارباح

(١) حساب المصروفات

١ — استهلاك رأس المال

$$\text{في المهمات الكهربائية على ٢٥ سنة} = \frac{٧٨٠.٠٠٠}{٢٥} = ٣١٢٠٠ \text{ ج. م.}$$

$$\text{في أعمال الهندسة المدنية على ٥٠ سنة} = \frac{١٤٨٠.٠٠٠}{٥٠} = ٢٩٦٠٠$$

$$\text{جملة الاستهلاك سنويا} = ٦٠٨٠٠$$

$$\text{٢ — أرباح رأس المال بفائدة ٥\%} = \frac{٥ \times ٢٢٦٠.٠٠٠}{١٠٠} = ١١٥٠٠٠$$

٣ — مصاريف التشغيل سنويا

$$\text{المسافة التي تقطعها القطارات سنويا (انظر صفحة ١٠٠)} = ٣.٠٠٠.٠٠٠$$

كم سنويا

يتكلف الكيلومتر الواحد على أساس تكاليف سكة حديد الرمل عن

عام ١٩٤٣ (انظر الجدول شكل ٤١) ص ١٠٧

القوة الكهربائية ٢٠ مليا

الصيانة والعمره للمهمات الكهربائية ١١

صيانة السلك الهوائي ١

صيانة الدريسة والمباني ٦

المصاريف العمومية ٧

الحركة ١٥

مجموع تكاليف الكيلومتر الواحد ٦٠

$$\text{أى ان مصاريف التشغيل سنويا} = \frac{٦٠ \times ٣.٠٠٠.٠٠٠}{١٠٠٠} = ١٨٠.٠٠٠ \text{ ج. م.}$$

ويلاحظ أن هذه الأسعار قابلة للانخفاض بعد الحرب.

جملة المصروفات السنوية

جنيه	
استهلاك	= ٦٠٨٠٠
أرباح رأس المال	= ١١٥٠٠٠
مصاريف التشغيل سنويا	= ١٨٠٠٠٠
	<u>٣٥٥٨٠٠</u>

حساب الإيرادات

عدد الركاب

لا يمكن أن نعتمد في عمل حساباتنا هذه على احصائيات الركاب عن عام ١٩٤٥ لأن عدد الركاب زاد في السنين الأخيرة زيادة غير طبيعية بسبب ظروف الحرب ولا بد أن الأمور ستعود إلى مجراها الطبيعي بعد الحرب . لذلك سنأخذ كأساس لحساباتنا أرقام عام ١٩٣٩ ونعتبر أن الزيادة الطبيعية التي نصل إليها عام ١٩٤٨ — باعتبار أننا سنقوم بكهربية الخط في مدى عامين من تاريخنا (١٩٤٥) ١٠٪ — وبعد ذلك نفرض أنه بتجسين هذا الخط وكهربته فإن عدد الركاب سيزيد زيادة تالية تقدر بنحو ٢٥٪ وهي نسبة راعينا فيها منتهى التحفظ . (ولقد ثبت من الاحصائيات في كل من أوروبا وأمريكا أن كهربية الضواحي تسبب زيادة في عدد الركاب تتراوح بين ٢٠ و ٢٠٠٪)

وعلى ذلك فإن عدد الركاب سيكون كالآتي :

الخط	عدد الركاب سنويا		
	عام ١٩٣٩	عام ١٩٤٨	بعد الكهربية
المرج	١٠,٨ مليون	١١,٩٠ مليون	١٥ مليون
حلوان	٦,٧ مليون	٧,٤٠ مليون	٩,٣ مليون

وسأفرض أن عدد الركاب على الوصلة بين باب اللوق وكوبرى الليمون سيبلغ ٤٠ مليوناً ركباً سنوياً لأنها ستجذب بلا شك عدد عظيم من ركاب المدينة علاوة على ركاب خطى حلوان والمرج . وسنعتبر أن هناك درجتين فقط أولى وثانية وأن $\frac{1}{3}$ عدد الركاب سيركبون فى الدرجة الأولى و $\frac{2}{3}$ فى الدرجة الثانية

وبذلك يكون توزيع الركاب كالاتى :

عدد الركاب سنوياً			الخط
المجموع	الدرجة الثانية	الدرجة الأولى	
10×15	10×10	10×5	خط المرج
$10 \times 6,3$	$10 \times 6,2$	$10 \times 3,1$	خط حلوان
10×40	10×27	10×13	الوصلة بين كوبرى الليمون وباب اللوق

ثمن التذاكر

سنأخذ متوسط أسعار ما قبل الحرب كأساس لأسعار التذاكر على كل من

الخطين

درجة أولى	ثانية	
٣٠ مليون	١٥ مليون	متوسط ثمن التذكرة على خط حلوان قبل الحرب
٣٠	١٥	متوسط ثمن التذكرة على خط المرج قبل الحرب
١٠	٥	متوسط ثمن التذكرة الوصلة كوبرى الليمون وباب اللوق

فان الدخل سيكون :

الخط	الدخل		
	الدرجة الاولى	الدرجة الثانية	المجموع
المرج	١٥٠,٠٠٠ جنيها	١٥٠,٠٠٠ جنيها	٣٠٠,٠٠٠ جنيها
حلوان	٩٣,٠٠٠ جنيها	٩٣,٠٠٠ جنيها	١٨٦,٠٠٠ جنيها
الوصلة بين كوبرى الليمون وباب اللوق	١٣٠,٠٠٠ جنيها	١٣٠,٠٠٠ جنيها	٢٦٠,٠٠٠ جنيها
مجموع الدخل	٣٧٣,٠٠٠ جنيها	٣٧٣,٠٠٠ جنيها	٧٤٦,٠٠٠ جنيها

(ح) حساب الارباح

الايراد السنوى	=	٧٤٦,٠٠٠ جنيها
جملة المصروفات	=	٣٥٥,٨٠٠ جنيها
صافى الارباح	=	٣٩٠,٢٠٠ جنيها

$$\text{نسبة الارباح إلى رأس المال} = \frac{٣٩٠,٢٠٠}{٢٢٦,٠٠٠} = ١٧,٢ \%$$

ويلاحظ أن هذا الرقم احتسب في أسوأ الظروف الممكنة وهى أسعار المهمات والانشاءات فى زمن الحرب وإيرادات الركاب بأسعار ما كانت عليه قبل الحرب .

تكاليف تشغيل الترام عام ١٩٤٣
متوسط ساعة القطار الواحد ١٧٣ راكباً و جلوس ووقوف ٢

رقم النسبة	البنية	متوسط التكاليف بالليات لكل كيلو متر يقطعه قطار الترام اذا كانت المسافات المقطوعة يوميا بالكيلو مترات هي :									
		٥٠ كيلو متر	١٠٠ كيلو متر	١٥٠ كيلو متر	٢٠٠ كيلو متر	٢٥٠ كيلو متر	٣٠٠ كيلو متر	٣٥٠ كيلو متر	٤٠٠ كيلو متر	مليـمـ	مليـمـ
١	القوة الكهربية الحركية	٢٠,٥٤	٢٠,٥٤	٢٠,٥٤	٢٠,٥٤	٢٠,٥٤	٢٠,٥٤	٢٠,٥٤	٢٠,٥٤	مليـمـ	مليـمـ
٢	الصيانة والمهرة	١١,٤٤	١١,٤٤	١١,٤٤	١١,٤٤	١١,٤٤	١١,٤٤	١١,٤٤	١١,٤٤	١١,٤٤	١١,٤٤
٣	الدريسة والمباني	٦,٦١	٦,٦١	٦,٦١	٦,٦١	٦,٦١	٦,٦١	٦,٦١	٦,٦١	٦,٦١	٦,٦١
٤	السلالك الهوائية	١,٢٢	١,٢٢	١,٢٢	١,٢٢	١,٢٢	١,٢٢	١,٢٢	١,٢٢	١,٢٢	١,٢٢
٥	المحروقات العمومية	٥١,٨٠	٢١,٩٠	١٧,٢٠	١٢,٩٤	١٠,٣٥	٨,٦٤	٧,٤٠	٦,٤٨	٦,٤٨	٦,٤٨
٦	المحسرة	١٣٤,٤٠	٦٧,٢٠	٤٤,٨٠	٣٣,٦٠	٢٦,٩٠	٢٢,٤٠	١٩,٢٠	١٦,٨٠	١٦,٨٠	١٦,٨٠
٧	على أساس ٣٠ سنة و سنة العمل ٣٣ يوما	١٠,٧١	٥,٣٦	٣,٥٨	٢,٦٨	٢,١٤	١,٧٩	١,٥٣	١,٣٤	١,٣٤	١,٣٤
٨	على أساس ٢٠ سنة و سنة العمل ٣٣ يوما	١٦,٠٥	٨,٠٣	٥,٣٥	٤,٠٢	٣,٢١	٢,٦٨	٢,٣٠	٢,٠١	٢,٠١	٢,٠١
٩	استهلاك القطار من ٥٣٠٠ جنيه	٣٣٦,٧٢	١٣٨,٢٧	١٠٥,٤٩	٨٩,٠٣	٧٩,٢٠	٧٢,٦٣	٦٧,٤٤	٦٤,٤٣	٦٤,٤٣	٦٤,٤٣
١٠	جولة الترام	٢٤٢,٠٦	١٤٠,٩٤	١٠٧,٢٦	٩٠,٣٧	٨٠,٢٧	٧٣,٥٣	٦٨,٢١	٦٥,١٠	٦٥,١٠	٦٥,١٠

(شكل ٤١)

١٩ — مزايا مشروع كهربة خط حلوان ووصله بخط المرج
إن لهذا المشروع في الوقت الحالى بوجه خاص مزايا عظيمة جداً
وأهمها: —

أولاً — العمل على فك أزمة المساكن فى مدينة القاهرة . والاستفادة
لأقصى ما يمكن من ضواحي مدينة القاهرة وإعداد سكن صحى خال من الدخان
والأتربة والضوضاء .

ثانياً — تصقيع الضواحي الميته وكشف الستار عما يفتظرها من مستقبل
مزدهر ويكفى أن نذكر أن عقب تصريح معالى وزير المالية بعزم الحكومة
على كهربة خطى حلوان والمرج حدث انتعاش فى سوق هذه الأراضى . والفائدة
التي تعود على الحكومة تفوق الفائدة التي تعود على الأهالى . فانه فضلاً عن
الفائدة المباشرة لها كالكه فان لها فائدة أخرى وهى الزيادة فى الضرائب التي
سوف تحصلها من جراء تحسن حال هذه المناطق .

ثالثاً — فك أزمة المرور بالمدينة إذ أن الوصل بين الخططين سيستوعب
جزءاً كبيراً من الركاب الذين يضطرون إلى استعمال وسائل النقل العادية
وبذلك يزحمون الطرق ووسائل المواصلات .

رابعاً — تجميل مدينة القاهرة وذلك بإدخال وسائل النقل الحديثة السريعة
ثم بإزالة الدخان والفحم والشرر الذى يتطاير من المركبات البخارية الحالية
فضلاً عن صوتها المزعج .

خامساً — مزايا صحية وذلك باستخدام وسائل مواصلات صحية داخل
المدينة تحل محل وسائل النقل بالأوتوبيس أو بالسيارات وهذه كما نعلم يحتوى
غازات العادم المتخلقة منها على نسبة كبيرة من غاز أول أكسيد الكربون
تتراوح بين ١٠ و ١٥ ٪ وما هو إلا غاز سام وخطر جداً . وأهم خواصه
أنه لالون له ولا رائحة يستنشقه الجمهور فيتحد مع كرات الدم الحمراء ويمنعها
من تأدية وظيفتها الطبيعية التي تنحصر فى أكسدة الأنسجة الفاسدة من الجسم

وإعادة ما فقدته من الأكسجين . ولقد قدر الكيميائيون أن نسبة ١ ٪ من هذا الغاز في الهواء الساكن لمدة طويلة كافية لإحداث الوفاة .

سادسا — مزايا استراتيجية — كان من أهم الدروس التي تعلمناها خلال الحرب العالمية هو العمل على تسهيل المواصلات بين المدن الكبيرة وضواحيها البعيدة والريف أيضا . ولقد ظهر هذا الأمر جليا بالنسبة لمدينة الاسكندرية عند ما نكبت بالغارات المتتالية واضطر الأمر في أكثر من مناسبة لإخلاء المناطق الخطرة إلى خارج المدينة ورأينا كيف أن وسائل النقل والمواصلات لم تكن كافية مطلقا ولقد كانت الحوادث نتيجة للازدحام في طرق المواصلات المؤدية إلى خارج المدينة وضواحيها تفوق ضحايا الغارات في بعض الأحيان .

كما أن النفق الأرضية يمكن استعمالها كمخاض تقى الجمهور خطر الغارات الجوية ولقد استعملتها لندن وبرلين فعلا في خلال هذه الحرب — لذلك نرجو ألا تطغى موجة السلم التي تعقب عادة عاصفة الحروب على مزايا هذا المشروع من هذه الناحية .

سابعا — إن هذا المشروع يضع حدا لاستبداد بعض شركات الاحتكار التي نالت امتيازاتها في ظروف لم تكن في صالح المضرين قطعا — فالآن أمامنا الفرصة سانحة لإصلاح بعض أخطائنا الماضية — فهل نتركها تمر دون أن ننتهزها ؟

ثامنا — مزايا اقتصادية :

أ — انه بغض النظر عن الوفرة في الوقت الذي يعود على الركاب والذي يعتبر في الحد ذاته ميزة اقتصادية منقطعة النظير فإن هذا المشروع الحيوى يحوى مزايا أخرى لا تقل أهمية وذلك لأن سيستخدم في إنشائه عددا كبيرا من العمال .

وبذلك فإن هذا المشروع سيعمل على فتح أبواب للرزق للكثيرين من

العمال ومحاربة البطالة بعد الحرب وهى المشكلة الرئيسية التى تواجه البلاد حالياً .
ب - كما أن قيام هذا المشروع بأموال مصرية صميمة وبأيدى عاملة ورؤوس مفكرة مصرية لما يفتح مجال العمل للكثير من الشبان المتعلمين والذين ستخصص بهم البلاد قريباً وبعد زوال أغلب المنشآت والأعمال التى قامت بمناسبة الحرب

ح - ثم انه باستخدام رؤوس الأموال المعطلة حالياً فى البنوك وفى صندوق التوفير ولعلكم تدهشون إذا علمتم أن المودع فى صندوق التوفير فقط يقرب من العشرين مليوناً من الجنيهات وكل ما نطلبه لمشروعنا هذا لا يزيد كثيراً على المليونين من الجنيهات .

وبذلك فإن المشروع سيعمل على امتصاص أجزاء من النقد المتداول ويساهم ولو بنصيب متواضع فى التلطيف من حدة التضخم المالى فى البلاد .

٢٠ - مقارنة بين كهربة الخط

او استعمال مركبات الديزل او استعمال الاتوبيس

محاولة تحسين الخط باستخدام محركات الديزل ومقارنة تكاليفها بنفقات

الكهربة

بعد فحص عدة سنوات ومناقشات ومداولات قررت مصلحة السكك الحديدية ادخال مركبات الديزل على خط حوان . وفعلا اشترت المصلحة ١٠ قطارات كل قطار مكون من عربتين وكان يظن في أول الأمر أن هذه القطارات كافية للخط على أساس أن سبعة منها تعمل على الخط بينما ٢ تبقى في العمرة والاصلاح وواحدة كاحتياطي للخط .

ولقد قدر لهذه المركبات مبلغ ١٠٠,٠٠٠ جنيه يقابل ٣٠٠,٠٠٠ جنيه وهي تكاليف كهربة الخط كما قدر مبدئيا مبلغ ٤٠٠٠ جنيه ثمنا لاستهلاك وقود زيت الديزل سنويا . وفي سنة ١٩٣٦ اشترت تلك المركبات ولكن بثمن ١٥٦,٠٠٠ جنيه مصري بدلا من ١٠٠,٠٠٠ جنيه كما أن مبلغ الأربعة آلاف جنيه للوقود لم تكن إلا جزء بسيط من التكاليف الاجمالية لصيانة هذه المركبات .

ومع أن السرعة التي تسير بها عربات الديزل قد قلت من زمن الرحلة وأصبحت مريحة للركاب لا دخان لها ولا صوت يزعج سكان الأحياء التي تمر بها إلا أنها لم تحقق الغرض الذي اشترت من أجله إذ تبين بعد تشغيلها بضع سنوات أن أكثر من نصف عددها يحتاج دائما إلى اصلاح بحيث لا يمكن للعدد الباقي منها القيام بالخدمة المطلوبة خصوصا وقد تضعف عدد الركاب تقريبا في هذه الفترة مما اضطر المصلحة إلى اكمال العدد اللازم من القطارات باضافة عربات بخارية وقطارات بخارية عادية . ويرجع السبب في كثرة احتياج عربات الديزل للاصلاح إلى تعدد قيامها ووقوفها في المحطات

في فترات قصيرة وفي هذا ما يجهد أجزاءها جهداً كبيراً لم تكن تتحمله مما زاد في مصروفات صيانتها وهي في الحقيقة أصلح للعمل على الخطوط الطوالى .
ولتشغيل الخط بعربات الديزل وحدها قدر أن الأمر يحتاج لشراء ثمان عربات أخرى ثمنها نحو ١٣٠ ألف جنيه وبذلك يصبح رأس المال المدفوع ثمناً لآلات الديزل ٢٨٦ ألف جنيه وذلك مقابل ١٦٠,٠٠٠ جنيه مصرى التى قدرها حسين بك سعيد فى مشروعه لكهربة الخط فى عام ١٩٣٤ .

المفاضلة بين الأتوبيس والقطار الكهربائى على خطى حلوان والمرج

يختلف الأتوبيس عن القطار الكهربائى فى الآتى :

أولاً — النقل بالأتوبيس لا يتحمل نفقات انشائية كنفقات إنشاء الطرق وصيانتها ومد الأسلاك الهوائية والكابلات وبناء محطات التوليد الرئيسية ومحطات التقويم الفرعية وجميع هذه المعدات يجب أن تكون تامة مستوفاة سواء أكانت الحركة على الخطوط كثيرة أم قليلة .
ثانياً — يمتاز الأتوبيس بمرونة الخدمة فى حالة زيادة الحركة عن كفاية سيارات الأتوبيس المستعملة يمكن زيادتها تدريجياً لتتنى بالحركة المتزايدة دون تحمل نفقات انشائية جديدة وهذا عكس الحال فى السكك الكهربائية حين تطرأ هذه الزيادة .

ثالثاً — ولكن يمتاز النقل بالقطار الكهربائى بتكاليف أرخص فى تشغيله لعدة أسباب أهمها :

(١) أن الجهد فى مقاومة سير القطار يبلغ نحو ٥ كيلو جرامات للطن الواحد — بينما فى حالة السيارة لا يقل عن ٣٥ كيلو جراما للطن الواحد لأن القطار الكهربائى يجرى على قضبان مستوية لا تعرجات أو مقاومات هامة تصادف سير القطار عليها أما السيارة فيجب أن تقاوم تعرجات الطريق والحفر الصغيرة والدوارانات الخ .

(ب) مدة استهلاك القطار الكهربائي أطول من السيارة — فبينما يستهلك الأتوبيس على مدد تتراوح بين خمس وثمان سنوات إذا بنا نستهلك القطار الكهربائي على مدد تتراوح بين خمسة وعشرين وثلاثين سنة .

(ج) تكاليف صيانة القطار الكهربائي أقل كثيراً من السيارة التي تحمل معها دائماً محطة توليد قوتها المحركة .

(د) مدة خدمة القطار الكهربائي وهي ٨٠ في المائة من أيام السنة أطول من مدة خدمة الأتوبيس الذي لا يمكنه أن يعمل أكثر من ٦٠ في المائة من أيام السنة والباقي في الإصلاحات البسيطة أو العمرة السنوية .

ويمكن اجمال كل ما سبق في مقارنة عملية لتكاليف كل من مقعد الترام ومقعد الأتوبيس لكل كيلومتر واحد عن حسابات ١٩٤٣ في إدارة النقل المشترك بالاسكندرية (شكل رقم ٤٢) وهذه الإدارة تقوم بتشغيل هذين النوعين على خطوط ضاحية الرمل أى في ظروف من الخدمة تكاد تكون متماثلة . ويتضح منها أن تكاليف المقعد في الترام في أسوأ أحواله لا تزيد عن نصف تكاليف مثيله في الأتوبيس (شكل رقم ٤٣)

من كل ما تقدم نستخلص أن أفضل نظام يمكن ادخاله على وسائل المواصلات بين العاصمة وضاحتي حلوان والمرج من جميع الوجوه هو كهرية الخطين الحديدين الموصلين اليهما .

[illegible]

شکل (۴۳)

٢١ - أيهما أفضل كهربة الخط بواسطة الحكومة أو اعطائه لشركة مصرية

يدور البحث الآن عن أيهما أفضل - كهربة الخط وإدارته بواسطة الحكومة أو اعطائه لشركة مصرية . ولكل سياسة أنصار يدلون ببراهين تأييداً لوجهة نظرهم . فأنصار إدارة الخط بواسطة الحكومة يقولون . - « بأن عملية النقل بواسطة السكك الحديدية تعتبر من العمليات ذات صبغة المنفعة العامة وأهم ظاهرة لها أنها ذات صبغة احتكارية فإذا كانت في يد الأفراد فإنها تصبح خطراً على مصالح الجمهور تتحكم فيه كيف شامت ولا رائداً لها إلا استدرار الربح لذلك كان لزاماً أن تكون هذه الصناعة تحت إدارة الحكومة فهي خير من الأفراد في القيام بهذه المهمة يدفعها إلى ذلك المصلحة العامة قبل أى اعتبار آخر . »

ولقد كان من انتشار المبادئ الاشتراكية في هذه الأيام الميل إلى التملك الحكومي وهذا ماينادى به حزب العمال حالياً في إنجلترا مع أنها مبداء ديموقراطية أما أنصار فكرة إعطاء المشروع لشركة مصرية فيقولون بأن نجاح الديموقراطية في إدارة المنافع للعامة يتوقف على تقدير الشعب للمستولية الأدبية الملقاة على عاتقه وعلى مقدار ما ناله من التعليم ومستوى الأخلاق العام حتى يتيسر له انتخاب الموظفين المدربين والخبراء الفنيين . ويعترف توسيج Taussig علامة الاقتصاد بوجود هذا النقص في كثير من الأمم ويقول :

« إن علة الفساد والفوضى المتفشية في أعمال الهيئات الحكومية سببه الاحتكار لكثير من المشاريع العامة الكبرى ، وأن العلاج لهذه المساوئ تحويلها إلى ملكية عامة . فالاحتكارات بما تدره من الأرباح منبت الشر وأصل الفساد تبطل القائمين بها وتغرى ضعاف الأخلاق من الموظفين العموميين بالشره وحب المادة ، فيجدون في الاحتكار مرتعاً خصياً لذلك

وسواء أكان البادى بهذا هم الموظفون أم أصحاب الاحتكارات فإن أقل ما تدل عليه هو الفوضى السائدة فى الأعمال العامة ،

وهنا موضوع آخر نلاحظه جميعاً فى المصالح الحكومية وفى مقدمتها مصلحة السكك الحديدية هو تأثيرها بسياسة الأحزاب السائدة فى الدولة وهذه لا تخلو كما نعلم جميعاً من المسائل الشخصية . وليس ذلك فى بلادنا فقط وإنما فى أغلب الحكومات .

ويقول الأستاذ الفرد مارشال فى كتابه (الصناعة والتجارة) « ما دخلت السياسة أمراً إلا أفسدته ، تحابى فى تعيين الموظفين وترقيتهم تبعاً للنزعات الحزبية وبذلك تدفن الكفايات فيختل النظام وتسود الفوضى ، »

كما يجب أن نلاحظ أن الحكومة لا يمكن أن تكون تاجرة ناجحة وذلك لبطء الاجراءات المالية وتعقد قوانينها ولوائحها مما يفوت على الحكومة الكثير من الصفقات . ويقول (السير وليم اكورث) فى المحاضرة التى ألقاها فى جمعية الاقتصاد الملكية عن تملك الحكومة للسكك الحديدية « يدلنا البحث الدقيق على أن السكك الحديدية فى يد الحكومة فى الغالب لا تأتى بنفقاتها وتملكها المشاريع العامة صفقة غير مربحة . فالشركات أقدر على استغلالها وأكفاً . ولو قسمنا الأجور نجدها أقل فى يد الشركات منها فى يد الحكومة ، هذا إلى أن ملكية الحكومة لها لا ريب آتية لا محالة ، »

ومن رأى الأستاذ (دوجلاس كنوب) أستاذ الاقتصاد فى جامعة شيفيلد:

١ — ان الحكومات غير صالحة لإدارة السكك الحديدية ولا يرجى لها التقدم تحت إدارتها وعلى النقيض من ذلك الشركات . فالربح يحض ويبعث هم أصحابها على النهوض بها . هذا الباعث لا وجود له فى السكك الحديدية الحكومية والدليل على ذلك أن الحكومة الفرنسية تملك سكة حديد الغرب الفرنسية سنة ١٩٠٩ فكانت صفقة غير موفقة ، فقد جاءت بخيبة لأمل الجمهور من كل وجه . ومن جهة أخرى فإن حالة ميزانيتها كانت صورة تنبئ

بفساد إدارتها فقد كان العجز في ميزانية سنة ١٩٠٨ آخر سنة للشركة ٢٧ مليون فرنكا فصار العجز في سنة ١٩١٢ وهي حكومية ٨٤,٥ مليون فرنكا ومتوسط نفقات التشغيل عن الأربع السنوات الأخيرة للشركة كان ٦٠,٧٪ من المصروفات وعن الأربع سنين الأولى في يد الحكومة كان ٨٠,٥٪ ومتوسط نفقات التشغيل عن سنة ١٩١٢ كان ٩١٪

ب - يعاب على السكك الحديدية الحكومية أن تكون عرضة لاهواء الأحزاب السياسية وميولها تغدق على أنصارها وأعوانها الوظائف وكذلك في تحديد فئات الأجور قد تحابي صناعة وتميت أخرى . أو قد يكون الباعث على إنشاء السكك الحديدية في منطقة معينة محاباة لفريق معين بقصد استمالة هؤلاء لجانبها . وهي ترفع أجور موظفيها بلا مراعاة للحالة الاقتصادية ولا غرض من ذلك لها إلا أن تجعل منهم أنصاراً لها يعضدونها في سياستها وهذه ظاهرة سيئة جداً يتفاقم خطرها إذا كانت الحالة السياسية غير مستقرة . غير أن أنصار التملك الحكومي في إنجلترا يعتقدون بأن لاخطر لمثل هذه الأوهام المبالغ فيها لأن المستوى الاخلاقي لجميع الأحزاب كفيل بوضع الأمور في نصابها .

ج - فاذا فرضنا أن السكك الحديدية (يقصد في إنجلترا) صارت حكومية ترتب على ذلك زيادة عدد الموظفين الحكوميين بما يناهز ٦٠٠,٠٠٠ موظف وهذا العدد هو الموجود الآن في الشركات القائمة في إنجلترا ولذلك خطر ان أولها أن هذا العدد الكثير من الموظفين كناخبين تقوى شوكتهم فيملى على الحكومة رغباته - وثانيهما في حالة إضراب هؤلاء الموظفين عن العمل يكون الخطر أعظم عما إذا كانت السكك الحديدية في يد الشركات . ففي الحالة الثانية تتدخل الحكومة بين الطرفين كحكم تقرب شقة الخلاف بينهما وهذا لا ييسر إذا كانت السكك الحديدية حكومة لأنها لا تكون خصماً وحكماً معاً . ولو حدث بهذا الشكل فان نتائجه تكون وخيمة لا يعرف مداها إذا استمر مدة طويلة .

على أن أنصار التملك الحكومى يؤملون تحقيق عدة إصلاحات فيقولون
انه يحدث اقتصاد عام نتيجة توحيدها تحت ادارة واحدة ويرون أن آمالهم
التي يصبون اليها تتحقق في التملك الحكومى بما يرونه في بعض الدول الأوربية
التي تملك السكك الحديدية كالمانيا وسويسرا . إلا أن هذا وهم باطل فان السكك
الحديدية الحكومية يكثر فيها عدد الموظفين عن حاجة العمل وتتضخم
المرتبات لكبار الموظفين وتخلق وظائف جديدة لا الحاجة العمل اليها بل لخدمة
أشخاص معينين . وهذه حقيقة لا يمكن تبريرها بأى حال من الأحوال .

يتبين لنا مما سبق أن وجه التفاضل بين التملك الحكومى والفردى لا يقوم
إلا على أساس التنازع بين الاشتراكية والفردية . وبما أن الحجج لكل فريق
لها نصيب من الصحة ولا يمكن إغفالها فلا ريب أن الحل الوحيد لهذه المعضلة
الاجتماعية هو الإشراف الحكومى وإن كان لا يعتبر هذا هو الطريقة المثلى
لكنه حل وسط بين النسياستين .

٢٣ - الخطوط الأخرى الممكن كهربتها بنجاح في القطر المصرى

يوجد كثير من مشروعات السكك الحديدية في القطر المصرى الممكن كهربتها بنجاح ومن أمثلة ذلك : -

(١) خط الاسكندرية - أبو قير : لقد كان هذا المشروع موضوع

دراسات كثيرة ولكن للآن لم يتم شىء بصده .

(ب) خط مصر - الاسكندرية : أصبحت حركة مرور القطارات على

هذا الخط حالياً من الكثافة ما يبرر كهربته كما أنه بكهربة هذا الخط يمكن مضاعفة حركة المرور عليه وذلك بتقليل عدد العربات المكونة للقطارات وزيادة عدد الأخيرة وبهذه الطريقة يمكن لنا تقليل فترة الانتظار بين القطارات وكذا يصير فى الامكان زيادة السرعة المتوسطة الى ١٠٠ كم فى الساعة وبذلك يمكن للقطار السريع أن يقطع المسافة إلى الاسكندرية فى أقل من ساعتين ونصف . كما أنه نظراً لعجلة القيام الكبيرة للتي يمكن الحصول عليها فان قطار الركاب يمكنه أن يقطع المسافة إلى الاسكندرية فى نفس الوقت الذى يقطع فيه القطار الاكسبريس هذه المسافة حالياً واقترح استعمال التيار المستمر ٣٠٠٠ فولت على هذا الخط . وستكون تكاليف كهربة هذا الخط بسيطة نسبياً وذلك لامكان الحصول على التيار اللازم للخط من بلديات البلاد الكبيرة الواقعة على الخط والتي لديها من القوة الكهربائية ما يكفى لتغذية الخط أثناء النهار لأن أغلبها يشتغل على أعمال الإنارة ليلاً . وسيكون هذا المشروع موضوع دراسة قريباً إن شاء الله .

(ج) خط بورسعيد - دمياط : ويأتى هذا المشروع فى مقدمة

لمشاريع الواجب التفكير فيها ويمكن فى هذه الحالة استعمال كوبرى اشتوم الجميل المهمل حالياً .

(و) خط مصر — الفيوم عن طريق الصحراء : ويعتبر هذا المشروع من المشاريع الهامة الواجب دراستها . لأن تكاليف إنشاء هذا الخط تبرر كهرته بالرغم مما قد يبدو للبعض أن كثافة الركاب للكيلومتر قد لا تبرر هذا وذلك لأن الطريق الصحراوي وطوله من الفيوم إلى مصر يبلغ نحو ١٠٠ كيلومتر (يقل ٢٠ كيلو متر عن الخط الحديدي الحالي عن طريق الواسطة) — يجتاز هضبة عالية وتبلغ ميوله في بعض الأحيان انحداراً شديداً ولذلك فأننا إذا حاولنا تمهيد هذا الخط لتسير عليه قاطرات بخارية أو قاطرات ديزل فإن تكاليف التمهيد ستكون باهظة جداً . أما في حالة الكهرباء فأننا لانحتاج لكل هذه التكاليف في التمهيد لأن القاطرات الكهربائية يمكنها أن تصعد ميولا تصل في بعض الأحيان إلى ٩٠ في الألف وعلى ذلك فإنه بمقارنة التكاليف في كل من الحالتين نجد أنها في صالح القطار الكهربائي .

واقترح أن ينتهي هذا الخط عند الهرم مع عمل ترتيب مع شركة ترام القاهرة لاستخدام الجزء من سكنتها بين الهرم والجيزة حيث تكون محطة نهاية الخط في الأخيرة .

(هـ) كهربة سكة حديد القطر المصري : ثم يأتي بعد ذلك موضوع دراسة إمكان كهربة شبكة خطوط الدلتا وبالتالي خطوط الوجه القبلي .

فأما عن الجزء الأول فإن يستحق الدراسة الجدية حالياً وأما عن الجزء الثاني (خطوط الوجه القبلي) فإن ذلك سيصبح في حكم المستطاع إذا تم توصيل شبكة التيار الكهربائي المولد من خزان أسوان إلى الدلتا .

٢٣ - المراحل المقترحة لتنفيذ المشروع والخطوات المقترحة اتباعها

نستخلص من كل ماتقدم ما يأتي : -

١ - خط حلوان - المرج يجب أن ينظر اليه ويفكر فيه كمشروع واحد يربط بين أطراف مدينة القاهرة من أقصاها إلى أقصاها ، وفي هذا من النفع ما يحتم علينا ألا نفكر في أحدهما منفصلا عن الآخر .

٢ - من الممكن تنفيذ ذلك المشروع على مرحلة واحدة وفيه ما يعود علينا بوفر كبير في نفقات الانشاء وتوحيد ادارة الخطين فضلا عن امكان إنشاء مستودع واحد وورشة واحدة للخطين معا بالقرب من مصر القديمة .
أما إذا قامت عقبات مالية في سبيل تنفيذ ذلك المشروع على مرحلة واحدة فيمكننا تنفيذه على ثلاثة مراحل :

(أ) كهرية خط المرج - وقد أثبت أن ذلك الخط يفضل خط حلوان من وجهة نظر المصلحة العامة وتتكلف كهريته ما يقرب من نصف مليون من الجنيهات .

(ب) كهرية خط حلوان مع عمل الخندق المفتوح من فم الخليج إلى باب اللوق ويتكلف ما يقرب من مليون من الجنيهات بما في ذلك تعديل باقى المزلقانات ، على الخط .

(ح) عمل الوصلة بين باب اللوق وكوبرى الليمون على أساس مشروع حسين بك سعيد ماراً بميدان ابراهيم باشا والذي أقدر تكاليفه مبدئياً بمليونين ملايين من الجنيهات . أو حسب المشروع الذى أقترحه والذي يتكلف نحو مليون جنيه .

أما اقتراح الخير فيليب داوسون الذى يقضى بوقف الخط عند السيدة زينب ثم عمل نفقين تحت الأرض داخل المدينة كما هو مبين فى الشكل (٦) فإنه يتكلف حالياً ما لا يقل عن خمسة ملايين من الجنيهات .

الخطوات التالية التي اقترحها لتكملة الأبحاث الخاصة بكهربية

خطى حلوان والمرج

وعلى ذلك فاذا حاولت الحكومة القيام بهذا المشروع فاني أقترح الآتى :
أولا — تشكل لجنة من كبار المهندسين الكهربائيين الذين سبق لهم القيام بتصميم أو بالإشراف على مشاريع مماثلة .

ثانيا — تقوم اللجنة بعمل المواصفات اللازمة لكهربية الخطين على أساس استعمال تيار مستمر ٣٠٠٠ فولت ويلاحظ في المهمات الكهربائية إمكان استخدام الاسترجاع الفرملى .

ثالثا — تشرع اللجنة في وضع المواصفات اللازمة لعمل مناقصة لتوريد التيار الكهربائى على أساس استهلاك سنوى ١٨ مليون كيلوات ساعة للخط كله وعلى أساس ١٢ مليون كيلوات ساعة للخطين بدون وصلة .

رابعا — وفي الوقت نفسه تشرع اللجنة في عمل مواصفات لمحطة كهربائية تكفى لتغذية الخطين وجميع المنشآت الأخرى الممكن توصيل التيار إليها كالمصانع الموجودة على جانبي الخطين مثلا وذلك بالتعاون مع أصحابها .

خامسا — تدرس اللجنة مسألة انتهاء امتياز شركة النور عام ١٩٤٨ وعما إذا كانت الحكومة ستستولى عليها أو تنوى التجديد لها وفي الحالة الأخيرة يطلب من الشركة أن تمد الخط بسعر يتفق عليه قبل التجديد . كما يدرس من الآن إمكان توريد التيار اللازم للخط وكذا أى تعديلات إضافية يلزم عملها في محطة التوليد التابعة لشركة النور .

سادسا — يستفتى قلم قضايا الحكومة فيما إذا كان كهربية هاتين الخطين وخصوصا مشروع وصلهما يتعارض مع امتياز شركة ترام القاهرة أو شركة مصر الجديدة ، ويقدم اقتراحاته اللازمة بهذا الخصوص . وفي حالة قيام أى صعوبات يسعى إلى تسويتها بالممارسة بين هذه الهيئات .

سابعاً — يجب أن يوقف حالا بيع أراضي الحكومة على جانبي الخطين المذكورين وتشكل لجنة أخرى تحوى فنيين من مهندسين وماليين لدراسة محاولة استغلال هذه الأراضي على أحسن وجه بما يضمن للحكومة حفظ مصالحها وحقوقها فيها من الضياع .

٢٤ - الخاتمة

ولا يسعنى قبل أن أختم كلمتى أن أسجل شكرى لسعادة الشيخ المحترم الدكتور عبد العزيز بك احمد عميد المهندسين الكهربائيين بالقطر المصرى على ما لقيته من عطف وتشجيع أثناء اعدادى هذا المشروع - ذلك العطف الذى يلمسه كافة زملائى المهندسين فى دفاعه المجيد عن قضيتهم . وكذلك أوجه شكرى لكل من تكرموا بتقديم يد المساعدة أثناء دراستى لهذا المشروع وفى مقدمتهم حضرات أصحاب العزة النائب المحترم حسين بك سعيد مدير سكة حديد الرمل الكهربائية سابقا والسيد بك فهمى عميد كلية الهندسة بجامعة فاروق وحسن بك راسم مدير إدارة النقل المشترك بالاسكندرية وكل من حضرات محمد بك مصطفى الخضرى ومحمود بك فهمى وعبدالوهاب بك صالح من مصلحة السكك الحديدية - وكذلك لجميع زملائى ومن تكرموا بمعاونتى والذين لا يتسع المجال لذكرهم جميعاً ولكنى سأبقى أسيراً ما طوقنى به من جميل الصنع ، كما أود أن أؤكد أنه لولا هذه المساعدة لما أمكن لى أن أصل بهذه الدراسة إلى هذا الحد .

وختاماً أود أن ألفت الأنظار إلى أن الغرض الأساسى من محاضرتى هذه ليست وضع مشروع كامل لكهربية خطى حلوان والمرج ولكن إذا أمكننا أن نبرز أحسن الحلول بما سيثيره هذا التقرير من جدل ونقاش بين زملائى المهندسين فانتنا نكون قد بلغنا أهم هدف نرمى اليه وبذلك يمكننا أن نقدم أحسن الحلول لتنفيذ هذا المشروع إذا قدر له التنفيذ .

وإنى آمل بتقديم هذه الدراسة المبدئية أن أكون قد ساهمت بجزء من الواجب على نحو وطنى . كما أرجو ألا يقف واجبى عند هذا الحد ، فأننى على أتم استعداد للمساهمة فى اتمام دراسة هذا المشروع بما لدى من معلومات أو محاضرات أو احصائيات وبيانات ومراجع تعالج كهربية السكك الحديدية وبهذه الوسائل كلها نعمل على انهاء هذا المشروع القومى العظيم متتبعين فى ذلك خطوات مهندس مصر الأول فاروقنا العظيم حفظه الله .

٢٥ - المراجع المختلفة

تقرير عن كهرية خط حلوان السيد بك فهمي
اقتصاديات النقل الاستاذ عبد العزيز مهنا
الاحصائيات السنوية لادارة النقل المشترك بالاسكندرية
التقارير السنوية عن ادارة مصلحة السكك الحديدية والتلغرافات
والتليفونات المصرية .

Cours de Traction Electrique de L'Ecole Supérieure D'Electricité
de Paris par Mazen.

Les Installations du Chemin de Fer Metropolitain de Paris par
Jean Virgitti.

Manuel de Traction Electrique Dr. Ing Seefehlner.

Report on certain aspects of the E.S.R. Sir Felix Pole,

Recent Developments Railway Electrification (1931)
Ahmed Reda Kamel

Electric Traction Dover.

Electrification of Steam Railroads. Healy.

Railway Statistics Kirkus.

Congrès International d'Electricité (1932) Section V.

Commercial Motor Road Transport Meyrick-Jones.

Brown Boveri Review

Bulletin Oerlikon

Revue Siemens

Revue Ateliers de Constuctions Electriques de Charloir.

